

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/07931

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G02B7/36 G01C1/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G02B G01C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	✓ EP 0 459 004 A (PROMETRIX CORP) 4. Dezember 1991 (1991-12-04)	1,2
A	Zusammenfassung Seite 5 -Seite 9 Abbildungen 2-5	3-5
A	✓ GB 2 003 692 A (OLYMPUS OPTICAL CO) 14. März 1979 (1979-03-14)	1-5
	Zusammenfassung Seite 1-4	
A	US 4 725 722 A (KUBOTA HITOSHI ET AL) 16. Februar 1988 (1988-02-16)	1-5
	Zusammenfassung Abbildungen 4,8	
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

S Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Oktober 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

31/10/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ward, S

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 938 893 A (NANBA YASUHIRO ET AL) 17. Februar 1976 (1976-02-17) Zusammenfassung ----	1-5
A	SIDNEY F. RAY: "Applied Photographic Optics" 1994, FOCAL PRESS XP002180038 ✓ Seite 190 -Seite 192 ----	1-5
A	WARREN J. SMITH: "Modern Optical Engineering" 1966, MC GRAW-HILL XP002180039 ✓ Seite 308 -Seite 310 ----	1-5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 064 (P-059), 30. April 1981 (1981-04-30) ✓-& JP 56 016806 A (HITACHI LTD), 18. Februar 1981 (1981-02-18) das ganze Dokument -----	1-5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung

☐ zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

CT/EP 01/07931

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0459004	A	04-12-1991	US	4945220 A	31-07-1990
			EP	0459004 A1	04-12-1991
<hr/>					
GB 2003692	A	14-03-1979	JP	54138427 A	26-10-1979
			JP	54039126 A	26-03-1979
			DE	2838121 A1	22-03-1979
			FR	2402222 A1	30-03-1979
<hr/>					
US 4725722	A	16-02-1988	JP	1886049 C	22-11-1994
			JP	6010694 B	09-02-1994
			JP	61235808 A	21-10-1986
<hr/>					
US 3938893	A	17-02-1976	JP	50078321 A	26-06-1975
			DE	2452522 A1	15-05-1975
<hr/>					
JP 56016806	A	18-02-1981	JP	1433890 C	07-04-1988
			JP	62043482 B	14-09-1987
<hr/>					

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Patentanwälle
GEYER, FEHNERS + PARTNER

Eing. 01. NOV. 2001

2109

07.01.02

AbsF

VP

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 9074/12 PCT	WEITERES VORGEHEN	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 01/ 07931	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 10/07/2001	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 10/07/2000
Anmelder ZSP GEODÄTISCHE SYSTEME GMBH		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.



Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.



Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das



in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.



zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.



bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.



Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.



Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der **Bezeichnung der Erfindung**



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

5. Hinsichtlich der **Zusammenfassung**



wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.



wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 4



wie vom Anmelder vorgeschlagen



keine der Abb.



weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.



weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: ANMELDEAMT

PCT

An

Breit, Ulrich
GEYER, FEHNERS & PARTNER (G.B.R.)
Sellierstrasse 1
D-07745 Jena
ALLEMAGNE

Patentanwälte
GEYER, FEHNERS + PARTNER

Eing. 14. AUG. 2001

1563

EF

AbSF

VP

MITTEILUNG DES INTERNATIONALEN
AKTENZEICHENS UND DES
INTERNATIONALEN ANMELDEDATUMS

(Regel 20.5.c) PCT)

Absendedatum
(Tag/Monat/Jahr)

10. 08. 2001

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts

9074/12 PCT

WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/ 07931

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)

10/07/2001

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)

10/07/2000

Anmelder

ZSP GEODÄTISCHE SYSTEME GMBH

Bezeichnung der Erfindung

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß der internationalen Anmeldung das oben genannte internationale Aktenzeichen und internationale Anmeldedatum zuerkannt worden ist.
2. Weiterhin wird dem Anmelder mitgeteilt, daß das Aktenexemplar der internationalen Anmeldung dem Internationalen Büro am oben angegebenen Absendedatum übermittelt worden ist.
3. ☐ Sonstiges:

* Das Internationale Büro überwacht die Übermittlung des Aktenexemplars durch das Anmeldeamt und unterrichtet den Anmelder über dessen Eingang (mit Formblatt PCT/IB/301). Ist das Aktenexemplar bei Ablauf des vierzehnten Monats nach dem Prioritätsdatum noch nicht eingegangen, teilt das Internationale Büro dies dem Anmelder mit (Regel 22.1.c)).

Name und Postanschrift des Anmeldeamts



Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL-2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

A. VERBOD



41

Fax vorab: 10.07.2001

PCT MAR 2002

ANTRAG

Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird.

Vom Anmeldeamt auszufüllen	
PCT/EP 01 / 07931	
Internationales Aktenzeichen	
(10.07.2001)	10 JUL 2001
Internationales Anmeldedatum	
EUROPEAN PATENT OFFICE	
PCT INTERNATIONAL APPLICATION	
Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"	
Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts (falls gewünscht) (max. 12 Zeichen) 9074/12 PCT	

Feld Nr. I BEZEICHNUNG DER ERFINDUNG
Verfahren zur Autofokussierung für Fernrohre von Vermessungsgeräten

Feld Nr. II ANMELDER

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

ZSP Geodätische Systeme GmbH
Carl-Zeiss-Promenade 10

07745 Jena

☐ Diese Person ist gleichzeitig Erfinder

Telefonnr.:
(0 36 41) 64 32 00

Telefaxnr.:
(0 36 41) 64 32 29

Fernschreibnr.:

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☒ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☐ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

MAROLD, Thomas
Dorothea-Veit-Strasse 35

07747 Jena

Diese Person ist:

☐ nur Anmelder

☒ Anmelder und Erfinder

☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

☐ Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem Fortsetzungsblatt angegeben.

Feld Nr. IV ANWALT ODER GEMEINSAMER VERTRETER; ODER ZUSTELLANSCHRIFT

Die folgende Person wird hiermit bestellt/ist bestellt worden, um für den (die) Anmelder vor den zuständigen internationalen Behörden in folgender Eigenschaft zu handeln als:

☒ Anwalt

☐ gemeinsamer Vertreter

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)

BREIT, Ulrich
GEYER, FEHNERS & PARTNER (G.b.R.)
Sellierstrasse 1
07745 Jena / DE

Telefonnr.:
(0 36 41) 29 15 - 0

Telefaxnr.:
(0 36 41) 29 15 21

Fernschreibnr.:

☐ Zustellanschrift: Dieses Kästchen ist anzukreuzen, wenn kein Anwalt oder gemeinsamer Vertreter bestellt ist und statt dessen im obigen Feld eine spezielle Zustellanschrift angegeben ist.

Feld Nr. V BESTIMMUNGEN VON STAATEN

Die folgenden Bestimmungen nach Regel 4.9 Absatz a werden hiermit vorgenommen (bitte die entsprechenden Kästchen ankreuzen; wenigstens ein Kästchen muß angekreuzt werden):

Regionales Patent

- ☐ AP **ARIPO-Patent:** GH Ghana, GM Gambia, KE Kenia, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SL Sierra Leone, SZ Swasiland, TZ Vereinigte Republik Tansania, UG Uganda, ZW Simbabwe und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Harare-Protokolls und des PCT ist
- ☐ EA **Eurasisches Patent:** AM Armenien, AZ Aserbaidschan, BY Belarus, KG Kirgisistan, KZ Kasachstan, MD Republik Moldau, RU Russische Föderation, TJ Tadschikistan, TM Turkmenistan und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Eurasischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☒ EP **Europäisches Patent:** AT Österreich, BE Belgien, CH und LI Schweiz und Liechtenstein, CY Zypern, DE Deutschland, DK Dänemark, ES Spanien, FI Finnland, FR Frankreich, GB Vereinigtes Königreich, GR Griechenland, IE Irland, IT Italien, LU Luxemburg, MC Monaco, NL Niederlande, PT Portugal, SE Schweden und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☐ OA **OAPI-Patent:** BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Zentralafrikanische Republik, CG Kongo, CI Côte d'Ivoire, CM Kamerun, GA Gabun, GN Guinea, GW Guinea-Bissau, ML Mali, MR Mauretanien, NE Niger, SN Senegal, TD Tschad, TG Togo und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat der OAPI und des PCT ist (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben)

Nationales Patent (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben):

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> AE Vereinigte Arabische Emirate | <input type="checkbox"/> LR Liberia |
| <input type="checkbox"/> AL Albanien | <input type="checkbox"/> LS Lesotho |
| <input type="checkbox"/> AM Armenien | <input type="checkbox"/> LT Litauen |
| <input type="checkbox"/> AT Österreich | <input type="checkbox"/> LU Luxemburg |
| <input type="checkbox"/> AU Australien | <input type="checkbox"/> LV Lettland |
| <input type="checkbox"/> AZ Aserbaidschan | <input type="checkbox"/> MA Marokko |
| <input type="checkbox"/> BA Bosnien-Herzegowina | <input type="checkbox"/> MD Republik Moldau |
| <input type="checkbox"/> BB Barbados | <input type="checkbox"/> MG Madagaskar |
| <input type="checkbox"/> BG Bulgarien | <input type="checkbox"/> MK Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien |
| <input type="checkbox"/> BR Brasilien | <input type="checkbox"/> MN Mongolei |
| <input type="checkbox"/> BY Belarus | <input type="checkbox"/> MW Malawi |
| <input type="checkbox"/> CA Kanada | <input type="checkbox"/> MX Mexiko |
| <input type="checkbox"/> CH und LI Schweiz und Liechtenstein | <input type="checkbox"/> NO Norwegen |
| <input type="checkbox"/> CN China | <input type="checkbox"/> NZ Neuseeland |
| <input type="checkbox"/> CR Costa Rica | <input type="checkbox"/> PL Polen |
| <input type="checkbox"/> CU Kuba | <input type="checkbox"/> PT Portugal |
| <input type="checkbox"/> CZ Tschechische Republik | <input type="checkbox"/> RO Rumänien |
| <input type="checkbox"/> DE Deutschland | <input type="checkbox"/> RU Russische Föderation |
| <input type="checkbox"/> DK Dänemark | <input type="checkbox"/> SD Sudan |
| <input type="checkbox"/> DM Dominica | <input type="checkbox"/> SE Schweden |
| <input type="checkbox"/> EE Estland | <input type="checkbox"/> SG Singapur |
| <input type="checkbox"/> ES Spanien | <input type="checkbox"/> SI Slowenien |
| <input type="checkbox"/> FI Finnland | <input type="checkbox"/> SK Slowakei |
| <input type="checkbox"/> GB Vereinigtes Königreich | <input type="checkbox"/> SL Sierra Leone |
| <input type="checkbox"/> GD Grenada | <input type="checkbox"/> TJ Tadschikistan |
| <input type="checkbox"/> GE Georgien | <input type="checkbox"/> TM Turkmenistan |
| <input type="checkbox"/> GH Ghana | <input type="checkbox"/> TR Türkei |
| <input type="checkbox"/> GM Gambia | <input type="checkbox"/> TT Trinidad und Tobago |
| <input type="checkbox"/> HR Kroatien | <input type="checkbox"/> TZ Vereinigte Republik Tansania |
| <input type="checkbox"/> HU Ungarn | <input type="checkbox"/> UA Ukraine |
| <input type="checkbox"/> ID Indonesien | <input type="checkbox"/> UG Uganda |
| <input type="checkbox"/> IL Israel | <input checked="" type="checkbox"/> US Vereinigte Staaten von Amerika |
| <input type="checkbox"/> IN Indien | |
| <input type="checkbox"/> IS Island | |
| <input type="checkbox"/> JP Japan | <input type="checkbox"/> UZ Usbekistan |
| <input type="checkbox"/> KE Kenia | <input type="checkbox"/> VN Vietnam |
| <input type="checkbox"/> KG Kirgisistan | <input type="checkbox"/> YU Jugoslawien |
| <input type="checkbox"/> KP Demokratische Volksrepublik Korea | <input type="checkbox"/> ZA Südafrika |
| | <input type="checkbox"/> ZW Simbabwe |
| <input type="checkbox"/> KR Republik Korea | |
| <input type="checkbox"/> KZ Kasachstan | |
| <input type="checkbox"/> LC Saint Lucia | |
| <input type="checkbox"/> LK Sri Lanka | |

Kästchen für die Bestimmung von Staaten, die dem PCT nach der Veröffentlichung dieses Formblatts beigetreten sind:

- ☐
- ☐

Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen: Zusätzlich zu den oben genannten Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der im Zusatzfeld genannten Bestimmungen, die von dieser Erklärung ausgenommen sind. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt. (Die Bestätigung (einschließlich der Gebühren) muß beim Anmeldeamt innerhalb der Frist von 15 Monaten eingehen.)

Zusatzfeld Wird dieses Zusatzfeld nicht benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag beigelegt werden.

1. Wenn der Platz in einem Feld nicht für alle Angaben ausreicht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. ..." [Nummer des Feldes angeben] und machen die Angaben entsprechend der in dem Feld, in dem der Platz nicht ausreicht, vorgeschriebenen Art und Weise, insbesondere:
 - (i) Wenn mehr als zwei Anmelder und/oder Erfinder vorhanden sind und kein "Fortsetzungsblatt" zur Verfügung steht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. III" und machen für jede weitere Person die in Feld Nr. III vorgeschriebenen Angaben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.
 - (ii) Wenn in Feld Nr. II oder III die Angabe "die im Zusatzfeld angegebenen Staaten" angekreuzt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. II und Nr. III" und geben den Namen des Anmelders oder die Namen der Anmelder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Anmelder ist.
 - (iii) Wenn der in Feld Nr. II oder III genannte Erfinder oder Erfinder/Anmelder nicht für alle Bestimmungsstaaten oder für die Vereinigten Staaten von Amerika als Erfinder benannt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. II und Nr. III" und geben den Namen des Erfinders oder die Namen der Erfinder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Erfinder ist.
 - (iv) Wenn zusätzlich zu dem Anwalt oder den Anwälten, die in Feld Nr. IV angegeben sind, weitere Anwälte bestellt sind: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. IV" und machen für jeden weiteren Anwalt die entsprechenden, in Feld Nr. IV vorgeschriebenen Angaben.
 - (v) Wenn in Feld Nr. V bei einem Staat (oder bei OAPI) die Angabe "Zusatzpatent" oder "Zusatzzertifikat," oder wenn in Feld Nr. V bei den Vereinigten Staaten von Amerika die Angabe "Fortsetzung" oder "Teilfortsetzung" hinzugefügt wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. V" und geben den Namen des betreffenden Staats (oder OAPI) an und nach dem Namen jedes solchen Staats (oder OAPI) das Aktenzeichen des Hauptschutzrechts oder der Hauptschutzrechtsanmeldung und das Datum der Erteilung des Hauptschutzrechts oder der Einreichung der Hauptschutzrechtsanmeldung.
 - (vi) Wenn in Feld Nr. VI die Priorität von mehr als drei früheren Anmeldungen beansprucht wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und machen für jede weitere frühere Anmeldung die entsprechenden, in Feld Nr. VI vorgeschriebenen Angaben.
 - (vii) Wenn in Feld Nr. VI die frühere Anmeldung eine ARIPO Anmeldung ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und geben, unter Angabe der Nummer der Zeile, in der die die frühere Anmeldung betreffenden Angaben gemacht sind, mindestens einen Mitgliedstaat der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums oder ein Mitglied der Welthandelsorganisation (WTO) (das nicht Mitgliedstaat der Verbandsübereinkunft ist) an, und für den/das die frühere Anmeldung erfolgte.
2. Wenn, im Hinblick auf die Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen in Feld Nr. V, der Anmelder Staaten von dieser Erklärung ausnehmen möchte: In diesem Fall schreiben Sie "Bestimmung(en), die von der Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen ausgenommen ist(sind)" und geben den Namen oder den Zweibuchstaben-Code jedes so ausgeschlossenen Staates an.
3. Wenn der Anmelder für irgendein Bestimmungsamt die Vorteile nationaler Vorschriften betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit in Anspruch nimmt: In diesem Fall schreiben Sie "Erklärung betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit" und geben im folgenden die entsprechende Erklärung ab.

Fortsetzung Feld IV:

GEYER, Werner
FEHNERS, Klaus
STÖRLE, Christian
GRIMM, Christian

NIESTROY, Manfred

Patentanwälte
GEYER, FEHNERS & PARTNER (G.b.R.)
Perhamerstrasse 31

Patentanwälte
GEYER, FEHNERS & PARTNER (G.b.R.)
Sellierstrasse 1

D-80687 München
Deutschland

D- 07745 Jena
Deutschland

Tel.: (089) 546 15 20
Fax: (089) 546 03 92

Tel.: (03641) 29 15-0
Fax: (03641) 29 15 21

Feld Nr. VI PRIORITÄTSANSPRUCH		<input type="checkbox"/> Weitere Prioritätsansprüche sind im Zusatzfeld angegeben.		
Anmeldedatum der früheren Anmeldung (Tag/Monat/Jahr)	Aktenzeichen der früheren Anmeldung	Ist die frühere Anmeldung eine:		
		ationale Anmeldung: Staat	regionale Anmeldung: regionales Amt	internationale Anmeldung: Anmeldeamt
Zeile (1) 10/07/2000 10 JUL 2000	100 33 483.0	DE -		
Zeile (2)				
Zeile (3)				

☐ Das Anmeldeamt wird ersucht, eine beglaubigte Abschrift der oben in der (den) Zeile(n) bezeichneten früheren Anmeldung(en) zu erstellen und dem internationalen Büro zu übermitteln (nur falls die frühere Anmeldung(en) bei dem Amt eingereicht worden ist(sind), das für die Zwecke dieser internationalen Anmeldung Anmeldeamt ist)

* Falls es sich bei der früheren Anmeldung um eine ARIPO-Anmeldung handelt, so muß in dem Zusatzfeld mindestens ein Staat angegeben werden, der Mitgliedstaat der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung eingereicht wurde.

Feld Nr. VII INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

Wahl der internationalen Recherchenbehörde (ISA)
(falls zwei oder mehr als zwei internationale Recherchen-
behörden für die Ausführung der internationalen Recherche
zuständig sind, geben Sie die von Ihnen gewählte Behörde an;
der Zweibuchstaben-Code kann benutzt werden):

Antrag auf Nutzung der Ergebnisse einer früheren Recherche; Bezugnahme auf diese
frühere Recherche (falls eine frühere Recherche bei der internationalen Recherchenbehörde
beantragt oder von ihr durchgeführt worden ist):

ISA / EPA

Datum (Tag/Monat/Jahr)

Aktenzeichen

Staat (oder regionales Amt)

Feld Nr. VIII KONTROLLISTE; EINREICHUNGSSPRACHE

Diese internationale Anmeldung enthält
die folgende Anzahl von Blättern:

Antrag : 4
Beschreibung (ohne
Sequenzprotokollteil) : 9
Ansprüche : 2
Zusammenfassung : 1
Zeichnungen : 5
Sequenzprotokollteil
der Beschreibung :
Blattzahl insgesamt : 21

Dieser internationalen Anmeldung liegen die nachstehend angekreuzten Unterlagen bei:

1. ☒ Blatt für die Gebührenberechnung
2. ☐ Gesonderte unterzeichnete Vollmacht
3. ☐ Kopie der allgemeinen Vollmacht; Aktenzeichen (falls vorhanden):
4. ☐ Begründung für das Fehlen einer Unterschrift
5. ☐ Prioritätsbeleg(e), in Feld Nr. VI durch
folgende Zeilennummer gekennzeichnet:
6. ☐ Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache:
7. ☐ Gesonderte Angaben zu hinterlegten Mikroorganismen oder anderem biologischen Material
8. ☐ Protokoll der Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenzen in computerlesbarer Form
9. ☐ Sonstige (einzeln auführen):

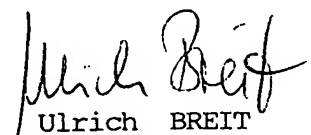
Abbildung der Zeichnungen, die
mit der Zusammenfassung
veröffentlicht werden soll (Nr.):

Fig. 4

Sprache, in der die
internationale Anmeldung
eingereicht wird: deutsch

Feld Nr. IX UNTERSCHRIFT DES ANMELDERS ODER DES ANWALTS

Der Name jeder unterzeichnenden Person ist neben der Unterschrift zu wiederholen, und es ist anzugeben, sofern sich dies nicht eindeutig
aus dem Antrag ergibt, in welcher Eigenschaft die Person unterzeichnet.


Ulrich BREIT
(Anwalt für alle Anmelder)

10.07.2001

1. Datum des tatsächlichen Eingangs dieser internationalen Anmeldung:		Vom Anmeldeamt auszufüllen (10. 07. 2001) 10 JUL 2001	
3. Geändertes Eingangsdatum aufgrund nachträglich, jedoch fristgerecht eingegangener Unterlagen oder Zeichnungen zur Vervollständigung dieser internationalen Anmeldung:		<input checked="" type="checkbox"/> eingegangen:	
4. Datum des fristgerechten Eingangs der angeforderten Richtigstellungen nach Artikel 11(2) PCT:		<input type="checkbox"/> nicht eingegangen:	
5. Internationale Recherchenbehörde (falls zwei oder mehr zuständig sind): ISA /		6. <input type="checkbox"/> Übermittlung des Recherchenexemplars bis zur Zahlung der Recherchegebühr aufgeschoben	

Datum des Eingangs des Aktenexemplars
beim Internationalen Büro:

Vom Internationalen Büro auszufüllen

5

Titel

10 Verfahren zur Autofokussierung für Fernrohre von Vermessungsgeräten

Gebiet der Erfindung

15 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Autofokussierung, insbesondere für Fernrohre von Vermessungsgeräten, und ist für Bildsensoren, die das Bildsignal in einzelne Bildelemente (Pixel) auflösen, wie CCD- Zeilen und Matrizen sowie CMOS-Bildsensoren, geeignet.

20 **Stand der Technik**

Autofokussysteme für Vermessungsgeräte sind bekannt. Die DE- OS 196 14 235 beschreibt einen Autofokus für ein Nivellier. Eine hinter der Bildebene liegende Zusatzoptik dient dabei zur Erfassung der Scharfeinstellung mittels zweier Abbildungsobjektive, die Objektbilder auf zwei Liniensensoren erzeugen. Weiterhin sind
25 Mittel zur Erfassung der Fokussierlinsenposition erforderlich.

In diesem Zusammenhang ist die DE- OS 195 49 048 zu sehen, die mittels eines Strahlenteilers eine zur Bildebene äquivalente Ebene für das Fokuserfassungssystem erzeugt. Diese Lösung hat den Nachteil, daß sie nicht ohne weiteres auf ein Digital-
30 nivellier übertragbar ist.

Aus der DE- PS 34 24 806 sowie der "Zeitschrift für Vermessungswesen und Raumordnung", April 1995, Seiten 65 bis 78, ist es bekannt, in Digitalnivellieren Strahlenteiler zur Erzeugung einer zweiten Bildebene für die zur Auswertung erforderliche CCD- Zeile zu verwenden. Eine zusätzliche Autofokusoptik würde dann eine
35 dritte äquivalente Bildebene erfordern, wenn weiterhin mit dem Fernrohr visuell beobachtet werden soll.

Aus der EP 576 004 ist ein Digitalnivellier mit Autofokus bekannt, bei dem auf eine maximale gemessene oder durch lineare Interpolation errechnete Amplitude der Fouriertransformierten des Detektorsignals in einem Grob- und Feinschrittraster fokussiert wird. Auch diese Lösung ist problematisch. Die Fouriertransformation
5 eines Meßbildes kann je nach Zielweite zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, wenn, wie bei Digitalnivellieren erforderlich, das Abtasttheorem nicht für alle vorkommenden Lattenstriche über den gesamten Zielweitenbereich eingehalten werden kann.

10 Die JP-OS 4- 93 711 beinhaltet einen Autofokus für eine an ein Tachymeterfernrohr über einen Strahlenteiler angeschlossene CCD- Kamera. Eine Fokussierlinse wird motorisch so eingestellt, daß die Bildgröße des abgebildeten Objekts minimal ist. Auch diese Lösung sichert nicht unbedingt optimale Bildschärfe, da das Minimum relativ breit sein kann und deshalb schwer erfaßbar ist.

15 Die US 54 81 329 beschreibt eine Autofokuseinrichtung mit einer Zusatzabbildung nach der Bildebene auf vier Sensoren und Korrelation der gegenüberliegenden, entstandenen Bilder. Als Kontrastwert wird die Summe aus der Differenz jeweils benachbarter Pixel genommen. Je nach Erfolg stehen weitere Filter für andere Ortsfrequenzen zur Verfügung. Je nachdem, ob ein Objekt ein kontrastreiches oder kontrastarmes Bild erzeugt, wird der Gleichlichtanteil vollständig oder unvollständig entfernt. Nachteilig und aufwendig an dieser Einrichtung ist die erforderliche Zusatzoptik.
20

25 Aus der US 57 15 483 ist bekannt, zunächst Messungen in großen Schrittweiten über den gesamten Fokussierbereich durchzuführen, wobei das Maximum des Ausgangssignals eines Breitbandfilters als Kriterium genutzt wird. In einem zweiten Schritt wird dann in einem kleineren Bereich um den Wert des Maximums mit kleineren Schritten mit einem Hochpaßfilter als Kriterium gesucht. Damit will man vermeiden, daß Nebenmaxima einer für den Autofokus relevanten Funktion zu einer falschen Fokuseinstellung führen. Auch dieser Lösung haften Nachteile an. So muß
30 zunächst über den gesamten Bereich fokussiert werden, um mit einem Breitbandfilter ein Maximum zu finden. Wenn so kein Maximum gefunden werden kann, muß im zweiten Schritt ein Tiefpaßfilter anstelle eines Hochpaßfilters verwendet werden. Die
35 ganze Verfahrensweise ist umständlich und aufwendig.

Es ist allgemein bekannt, daß bei optimaler Fokussierung der Bildkontrast maximal ist. Aus der DE 195 00 817 ist weiterhin bekannt, Kanten als Objekte größten Kon-

trastes im Bild als lokales Maximum oder Minimum der Kreuzkorrelationsfunktion (KKF) einiger Pixel des Bildinhaltes mit einer Idealkante zu finden.

5 **Beschreibung der Erfindung**

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik weitestgehend zu beseitigen, ein Autofokussteuersignal zu gewinnen, und den Punkt (Zustand) optimaler Fokussierung des Fernrohres zu bestimmen, ohne zusätzliche optische Mittel einzusetzen und ohne notwendigerweise den Fokussierbereich vollständig überfahren zu müssen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit den im ersten Patentanspruch angegebenen Mitteln gelöst. In den Unteransprüchen sind Einzelheiten und Ausgestaltungen der Erfindung dargelegt.

15 So ist es für Bilder von zweidimensionalen Bildempfängern vorteilhaft, die Berechnungen in Richtung der Zeilen, der Spalten oder gleichzeitig in beiden Richtungen durchzuführen.

20 Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn der Fokussierweg bis zur nächsten Messung als Produkt aus dem Verhältnis des maximalen Signals zur lokalen Signalamplitude, der Fokussstellung in Bezug auf die Stellung bei Fokussierung auf unendlich und einer Konstante ermittelt wird.

25 Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn als Vergleichsstruktur für die KKF eine ideale Kante vorgesehen ist. Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn die Bezugsfunktion das Maximum der KKF ist.

30 **Kurze Beschreibung der Zeichnungen**

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Es zeigen:

- Fig. 1 die Signaldarstellung einer CCD- Zeile bei völlig defokussiertem Bild,
- 35 Fig. 2 die Signaldarstellung einer CCD- Zeile bei defokussiertem Bild, jedoch mit schon erkennbarem Bildinhalt,
- Fig. 3 die Signaldarstellung einer CCD- Zeile bei fokussiertem Bild,
- Fig. 4 ein Flußdiagramm für den ersten Teil des im Beispiel

beschriebenen Autofokusalgorithmus und
 Fig. 5 ein Flußdiagramm für den zweiten Teil des im Beispiel
 beschriebenen Autofokusalgorithmus.

5

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

Die Fig. 1 zeigt das Meßbild der CCD- Zeile eines Digitalnivelliers bei völliger Defokussierung. Die x- Achse 1 zeigt fortlaufend die Pixelnummer i von 0 bis 1799. Auf der y- Achse 2 ist die Helligkeit des jeweiligen Pixels Y_i in willkürlichen Einheiten aufgetragen. Der Wert 255 bedeutet kein Signal (schwarz), der Wert 0 bedeutet maximales Signal (weiß), womit sich eine Negativdarstellung ergibt. Die eigentliche Meßkurve 3 zeigt somit die Helligkeit als Funktion der Pixelnummer $Y_i = f(i)$.

Aufgrund der Defokussierung sind im Fig. 1 nur zwei wesentliche Merkmale zu erkennen. Die Funktionswerte am Zeilenanfang 4 und am Zeilenende 6 werden hier näherungsweise als Dunkelsignal Y_D gewertet (Y_1 bzw. $Y_{1799} = Y_D$).

Die Meßbilder gemäß den Fig. 1 bis 3 wurden mit einem Digitalnivellier aufgenommen, bei dem konstruktionsbedingt nur wenig Licht an den Anfang oder das Ende der CCD- Zeile gelangen kann. Prinzipiell ist es natürlich auch möglich, das Dunkelsignal aus einer separaten Messung zu bestimmen. Das zweite wesentliche Merkmal ist die hellste Stelle 5 im Fig. 1, $Y_{720} = Y_{\min}$

Die hellste Stelle ergibt sich in diesem Beispiel etwa am Pixel 720. Das Signal Y_{\min} wird in bekannter Weise zur Belichtungssteuerung verwendet. Y_{\min} muß innerhalb gewisser Grenzen gehalten werden. So darf es zum Beispiel nicht Null werden, da dann die CCD- Zeile überbelichtet wird.

Der erste für die Fokussierung wesentliche Wert, der aus dem Meßbild gewonnen wird, ist das maximale Signal S_1 :

$$S_1 = Y_D - Y_{\min} \quad (1)$$

Aus Fig. 1 kann man daraus ableiten, daß $Y_D = 210$ und $Y_{\min} = 100$ sind. Somit ergibt sich S_1 zu 110.

Anhand der Fig. 2 wird nun die Gewinnung des zweiten Wertes aus dem dargestellten Meßbild erläutert. In dieser Fig. 2 wird eine Signaldarstellung einer CCD- Zeile bei defokussiertem Bild gezeigt. Ein gewisser Bildinhalt ist hier bereits erkennbar. Das Pixel 10 auf der Kurve, das der optischen Achse am nächsten kommt, sei das Pixel $i = 900$. Es wird im folgenden als Mittelpixel (MPX) bezeichnet. Es wird, ausgehend vom MPX, die lokale Signalamplitude S_2 aus dem monoton fallenden oder steigenden Signal bis zum nächsten lokalen Maximum Y_{lmax} und Minimum Y_{lmin} berechnet. Dazu wird i ausgehend von $i = MPX$ solange verringert, bis sich entweder ein lokales Maximum oder ein lokales Minimum ergibt, so daß folgende Vorschriften oder Regeln vorgesehen werden:

i von $i = MPX$ in Schritten -1 fallend, maximal N Schritte, (2)
solange $Y_i \leq Y_{i+1}$, das letzte i ergibt Y_{lmin}
oder

i von $i = MPX$ in Schritten -1 fallend, maximal N Schritte (3)
solange $Y_i \geq Y_{i+1}$, das letzte i ergibt Y_{lmax}

Anschließend wird i von MPX aus vergrößert, so daß:

i von $i = MPX$ in Schritten $+1$ ansteigend, maximal N Schritte (4)
solange $Y_{i+1} \geq Y_i$, das letzte i ergibt Y_{lmax}

oder

i von $i = MPX$ in Schritten $+1$ ansteigend, maximal N Schritte (5)
solange $Y_{i+1} \leq Y_i$, das letzte i ergibt Y_{lmin} ,

wobei für die Regeln (4) oder (5) nur das jeweilig umgekehrte Kleiner- oder Größerzeichen ausgewertet wird, wie in der Regel (2) oder (3) realisiert.

Die Zahl N , über die die Regeln (2) bis (5) maximal laufen dürfen, ergibt sich aus der halben Strukturbreite des bei der kürzesten Zielweite zu fokussierenden Gegenstandes. In diesem Beispiel sei $N = 180$. Dieser Wert ergibt sich aus den Strukturbreiten der abgebildeten Digitalnivelliermeßplatte.

Falls sich jedoch nach den Regeln (2) bis (5) in beiden Richtungen ein Maximum bzw.

ein Minimum ergibt, wird $Y_{MPX} = Y_{Imin}$ bzw. $Y_{MPX} = Y_{Imax}$.

In weiterer Verfeinerung der Regeln (2) bis (5) kann zur Rauschunterdrückung eine lokal von der monotonen Folge abweichend, andere Amplitude von ca. ± 3 Amplitudenschritten zugelassen werden.

Die lokale Signalamplitude ergibt sich somit zu:

$$S_2 = Y_{Imax} - Y_{Imin} \quad (6)$$

10

In Fig. 2 sei ein Pixel 12 dasjenige mit dem lokalen Maximum (I_{max}) bei $i = 800$ und ein Pixel 11 dasjenige mit dem lokalen Minimum (I_{min}) bei $i = 950$. Es gilt:

$$Y_{I_{max}} = Y_{800} = 140$$

$$Y_{I_{min}} = Y_{950} = 80$$

15 Somit ergibt sich $S_2 = Y_{800} - Y_{950} = 60$.

Die erste Beziehung (Formel) zur Fokussierung lautet wie folgt:

$$\text{Fokussierweg} = (S_1 / S_2) \cdot \text{Fokusstellung} \cdot \text{Konstante} \quad (7)$$

20

Dabei gelten folgende Regeln bzw. Festlegungen:

S_1 / S_2 wird auf einen Maximalwert begrenzt, z.B. 4 (Fig. 4).

Fokusstellung normiert auf den Fokussierweg = 1; Unendlich hat den niedrigsten Wert (= 0).

25

In der Fig. 1 ist $S_1 = 110$, $S_2 = 20$. Somit wird $S_1 / S_2 = 5.5$. Wird als Konstante z.B. 0.05 gewählt, kann mit diesen Werten bei einer Fokusstellung nahe 1 (kürzeste Zielweite) ein Fokussierweg von 0.28 mit dem nächsten Schritt überfahren werden.

30 In Fig. 2 ist $S_1 = 150$, $S_2 = 60$ und $S_1 / S_2 = 2.5$. Mit der Konstante 0.05 ergibt sich bei einer Fokusstellung nahe 1 (kürzeste Zielweite) ein Fokussierweg von 0.12, der mit dem nächsten Schritt überfahren werden kann.

35 Bei einer Fokusstellung nahe 0 (Unendlich) ergibt sich trotz extremer Defokussierung nur ein kleiner möglicher Betrag für den Fokussierweg. Hierbei hat es sich nämlich gezeigt, daß mit Hilfe des Kriteriums S_1 / S_2 zielweitenabhängig entschie-

den werden kann, ob bis zur nächsten Messung ein großer oder ein kleiner Fokussierweg zurückgelegt werden kann, ohne den Fokus dabei zu überfahren. Das Flußdiagramm dazu ist in Fig. 4 dargestellt.

- 5 Die Tatsache, daß in die Regel (7) nicht die Signalamplitude, sondern das Verhältnis S_1 / S_2 eingeht, hat den Vorteil, daß die Regel (7) amplitudenunabhängig ist. Daher kann sie schon angewendet werden, bevor eine optimale Belichtungsregelung erfolgt ist. Somit können die Berechnungen und Fokussierstellungsänderungen der Glieder für den Autofokus schon während der Belichtungsregelung erfolgen.

10

Das für die nachfolgende Feinfokussierung erforderliche Verfahren und ein weiterer, dabei benutzter Rechenwert werden anhand der Fig. 3 erläutert, welche wiederum dasselbe Objekt wie in Fig. 1 und 2, aber in fokussiertem Zustand, zeigt. Die Meßkurve 20 enthält dunkle Bereiche 21 und helle Bereiche 22, die durch Kanten 23
 15 getrennt sind. Die Kanten erstrecken sich nur über wenige Pixel des Bildes. Die Pixel 24, 25, 26 und 27 der Kante 23 sind in Fig. 3 eingezeichnet.

Die Pixel 24 bis 27 haben in dieser Reihenfolge die Signale:

- 20 24: $Y_{860} = 189$; 25: $Y_{861} = 170$; 26: $Y_{862} = 135$ und 27: $Y_{863} = 115$.

Die dritte, für den Fokussiervorgang wesentliche Funktion sei die Kreuzkorrelationsfunktion (KKF) aus jeweils vier Pixeln und einer idealen Dunkel-Hell-Kante mit den Signalen $(+1; +1; -1; -1)$.

25

Sie wird nach folgender Gleichung gebildet:

$$KKF(i) = Y_i + Y_{i+1} - Y_{i+2} - Y_{i+3} \quad (8)$$

- Im Beispiel der Kante 23 ergibt sich für $KKF(860) = 109$. In der aus der DE 195 00
 30 817 bekannten Weise wird die KKF pixelweise gebildet. An Stellen eines lokalen Maximums dieser Funktion ergeben sich Kanten im Meßbild, die jeweils im Bereich der Pixel Y_{i+1} und Y_{i+2} liegen. Die genaue Lage wird anschließend durch Interpolation ermittelt.

- 35 Für den Vorgang der Fokussierung ist wesentlich, daß die KKF ein Maß für den Bildkontrast ist. Aus den KKF-Maxima kann eine Bezugsfunktion gebildet werden, die es gestattet, Aussagen über den Fokussierzustand zu machen. Es ist zweckmäßig und

am einfachsten, als Bezugsfunktion den Maximalwert der KKF im ganzen Bildfeld zu verwenden. Mit etwas größerem Aufwand könnte ebenfalls als Bezugsfunktion der Mittelwert aus den lokalen Maxima der KKF verwendet werden. Im folgenden wird die so gebildete Bezugsfunktion als KKF_{MAX} bezeichnet.

5

Der weitere Fokussiervorgang besteht darin, die Funktion KKF_{MAX} / S_2 zu maximieren. Es ist zweckmäßig, abhängig von der Größe der Funktion KKF_{MAX} / S_2 den Fokussierweg entweder auf die doppelte Tiefenschärfe einzustellen, solange $KKF_{MAX} / S_2 < 0.5$ ist. Bei Überschreiten des Wertes 0.5 wird dann der Fokussierweg bis zur nächsten

10

Messung auf die Tiefenschärfe begrenzt. Der Ablauf des Fokussiervorganges ist als Flußdiagramm in Fig. 5 dargestellt.

Der Fokussierweg kann dabei gemessen werden oder auch durch eine geeignete Steuerung des Fokussiermotors, z.B. eines Schrittmotors, ohne Messung mit hinreichender Genauigkeit eingestellt werden.

15

Um das Maximum von KKF_{MAX} / S_2 zu finden, sind dann, wenn es einmal überfahren wurde, im allgemeinen drei Messungen in der Nähe des Maximums ausreichend. Im einfachsten Fall ist das Maximum der größte Wert von KKF_{MAX} / S_2 dieser drei Messungen. Mit etwas erhöhtem Aufwand kann die Lage des Maximums auch mit höherer Auflösung zum Beispiel durch parabolische Interpolation aus den drei Meßwerten berechnet werden. Derartige Verfahren sind bekannt und daher nicht näher beschrieben.

20

Die bezüglich der Fokussierung lautenden Regeln sind zusammenfassend in Fig. 4 und 5 dargestellt. Fig. 4 zeigt, daß die Regel (7) angewendet wird, bis entweder die Fokussstellung < 0.1 ist, oder S_1 / S_2 einen Wert von 1.4 unterschreitet.

25

Fig. 5 zeigt, daß, wenn eine der obigen Bedingungen erfüllt ist, KKF_{MAX} / S_2 gebildet wird. Die Schrittweite wird auf die Tiefenschärfe begrenzt, sobald $KKF_{MAX} / S_2 > 0.5$. Anschließend erfolgt das Einfahren bis zum Maximum KKF_{MAX} / S_2 .

30

Die Erfindung ist nicht auf das vorstehende Beispiel begrenzt. Die für Entscheidungen gewählten Konstanten können andere Werte annehmen, die optimal an das jeweilige optische System angepaßt sind. Die in der Fig. 5 angegebenen Schrittweiten für die Fokussierung können auch andere Werte annehmen, so die ganze und halbe Tiefenschärfe. Anstelle der KKF kann auch eine andere stark kontrastabhängige

35

Funktion verwendet werden. Es ist auch möglich anstelle von KKF_{MAX} / S_2 als Entscheidungskriterium die Funktion KKF_{MAX} zu verwenden, nur muß dann gesichert sein, daß sich die Belichtung während des Fokussiervorgangs nicht mehr ändert.

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Autofokussierung, insbesondere für Fernrohre von Vermes-
sungsgeräten, mit Bildsensoren, die das Bildsignal in einzelne Bildelemente
(Pixel) auflösen, wie CCD- Zeilen und/oder -Matrizen sowie CMOS- Bildsenso-
ren,
dadurch gekennzeichnet,
- 10 --- daß ausgehend von dem Pixel, das der optischen Achse am nächsten ge-
legen ist, die lokale Signalamplitude aus dem monoton fallenden oder steigen-
den Signal bis zum nächsten lokalen Maximum und Minimum berechnet wird,
--- daß solange diese lokale Signalamplitude wesentlich kleiner ist, als das ma-
ximale Signal und sich das Fokussierglied des Fernrohrobjektives in Fokus-
15 sierstellung für kurze Zielweiten befindet, dieses Fokussierglied in großen
Schritten verschoben wird,
--- daß je nach Größe der lokalen Signalamplitude im Verhältnis zum Maximal-
signal und der Lage (Position) des Fokussiergliedes im Bereich größerer Ziel-
weiten die Schrittweite verkürzt wird,
- 20 --- daß bei einer bestimmten Größe der lokalen Signalamplitude im Verhältnis
zum Maximalsignal zusätzlich die Kreuzkorrelationsfunktionen (KKF) jeweils
aus einigen Pixeln des Signals und geeigneten Vergleichsstrukturen gebildet
werden
--- und daß bei einem bestimmten Verhältnis einer aus der KKF gebildeten Be-
zugsfunktion zur lokalen Signalamplitude eine mit der optischen Tiefenschärfe
25 vergleichbare Schrittweite gewählt und auf das Maximum der KKF fokussiert
wird.
- 30 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für Bilder von zwei-
dimensionalen Bildempfängern die Berechnungen in Richtung der Zeilen, der
Spalten oder gleichzeitig in beiden Richtungen durchgeführt werden.
- 35 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Fokussierweg
bis zur nächsten Messung als Produkt aus dem Verhältnis des maximalen Si-
gnals zur lokalen Signalamplitude, der Fokusstellung in Bezug auf die Stel-
lung bei Fokussierung auf unendlich und einer Konstante ermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Vergleichs-

struktur für die KKF eine ideale Kante vorgesehen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Bezugsfunktion das Maximum der KKF verwendet wird.

5

Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Autofokussierung, insbesondere für Fernrohre von Vermessungsgeräten, die mit Bildsensoren, die das Bildsignal in einzelne Bildelemente (Pixel) auflösen, wie CCD- Zeilen und/oder -Matrizen sowie CMOS-Bildsensoren, ausgerüstet sind. Ausgehend von dem Pixel, das der optischen Achse am nächsten gelegen ist, wird die lokale Signalamplitude aus dem monoton fallenden oder steigenden Signal bis zum nächsten lokalen Maximum und Minimum be-
10 rechnet. Dabei wird, solange diese lokale Signalamplitude wesentlich kleiner ist, als das maximale Signal ist und sich das Fokussierglied des Fernrohrobjektives in Fokussierstellung für kurze Zielweiten befindet, dieses Fokussierglied in großen Schritten verschoben. Je nach Größe der lokalen Signalamplitude im Verhältnis zum Ma-
15 ximalsignal und der Lage (Position) des Fokussiergliedes im Bereich größerer Zielweiten wird die Schrittweite verkürzt. Bei einer bestimmten Größe der lokalen Signalamplitude im Verhältnis zum Maximalsignal wird zusätzlich die Kreuzkorrelationsfunktionen (KKF) jeweils aus einigen Pixeln des Signals und geeigneten Vergleichsstrukturen gebildet und bei einem bestimmten Verhältnis einer aus der KKF
20 gebildeten Bezugsfunktion zur lokalen Signalamplitude eine mit der optischen Tiefenschärfe vergleichbare Schrittweite gewählt und auf das Maximum der KKF fokussiert.

1/5

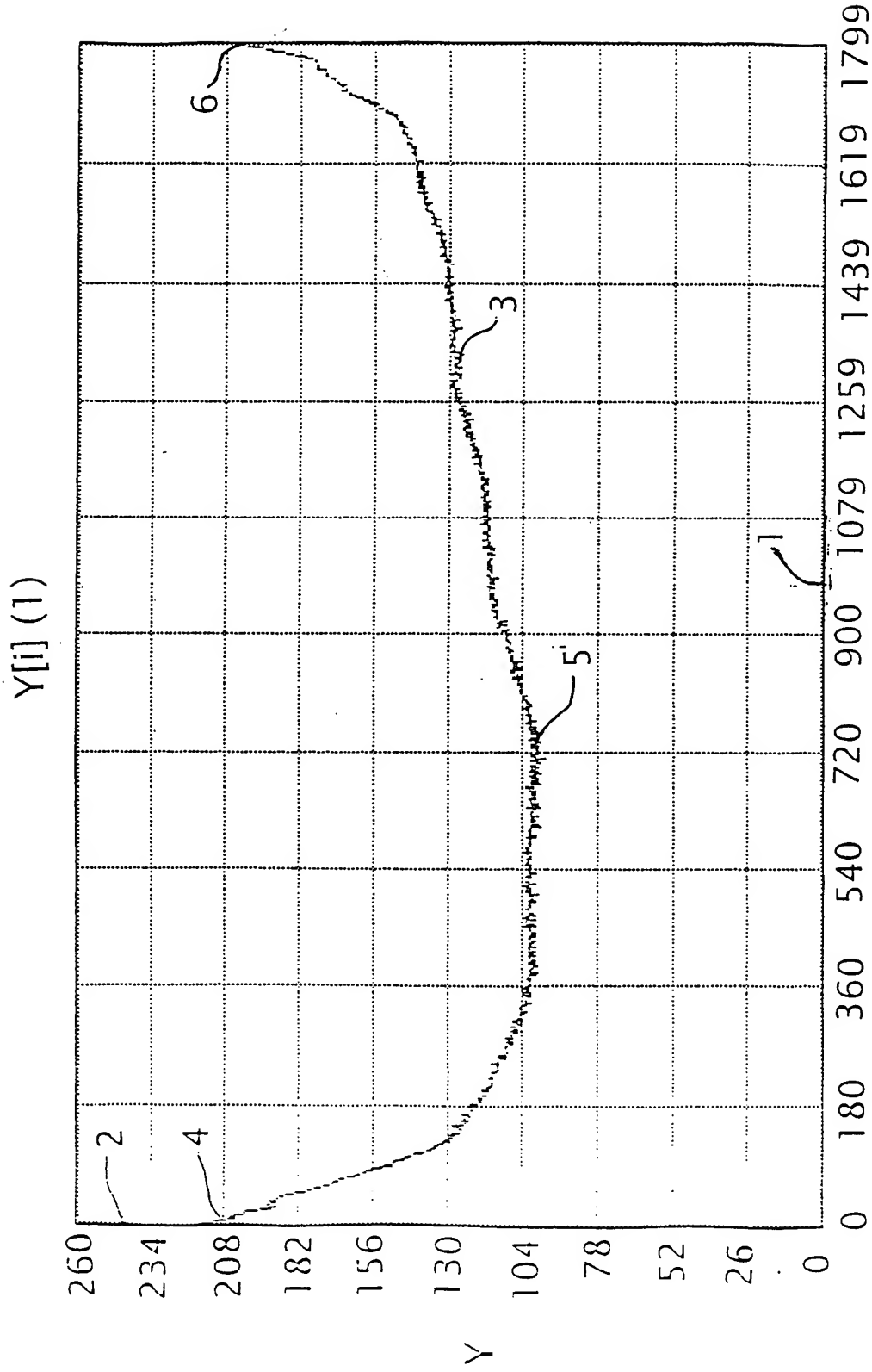


Fig.1

2/5

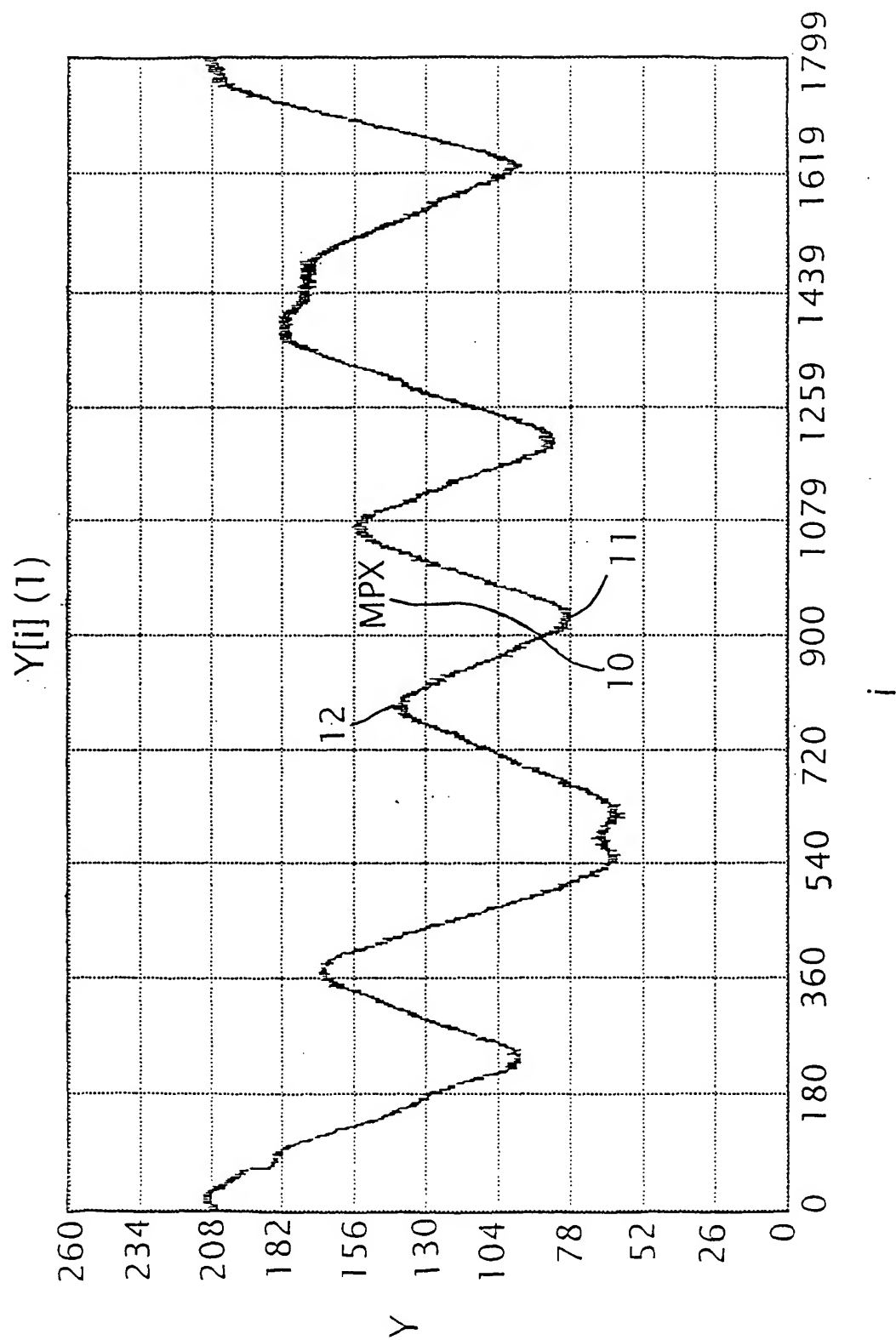


Fig.2

3/5

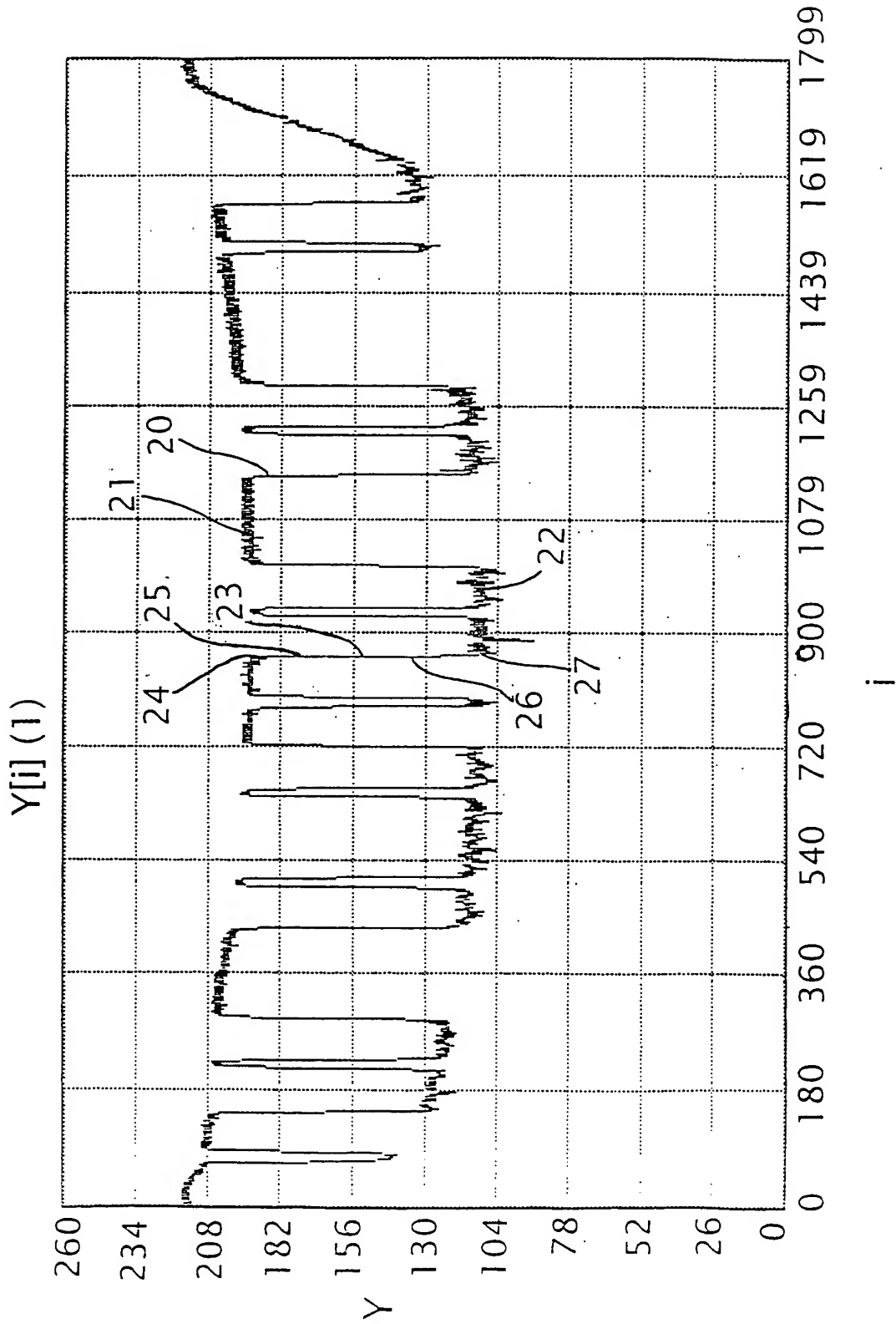


Fig.3

4/5

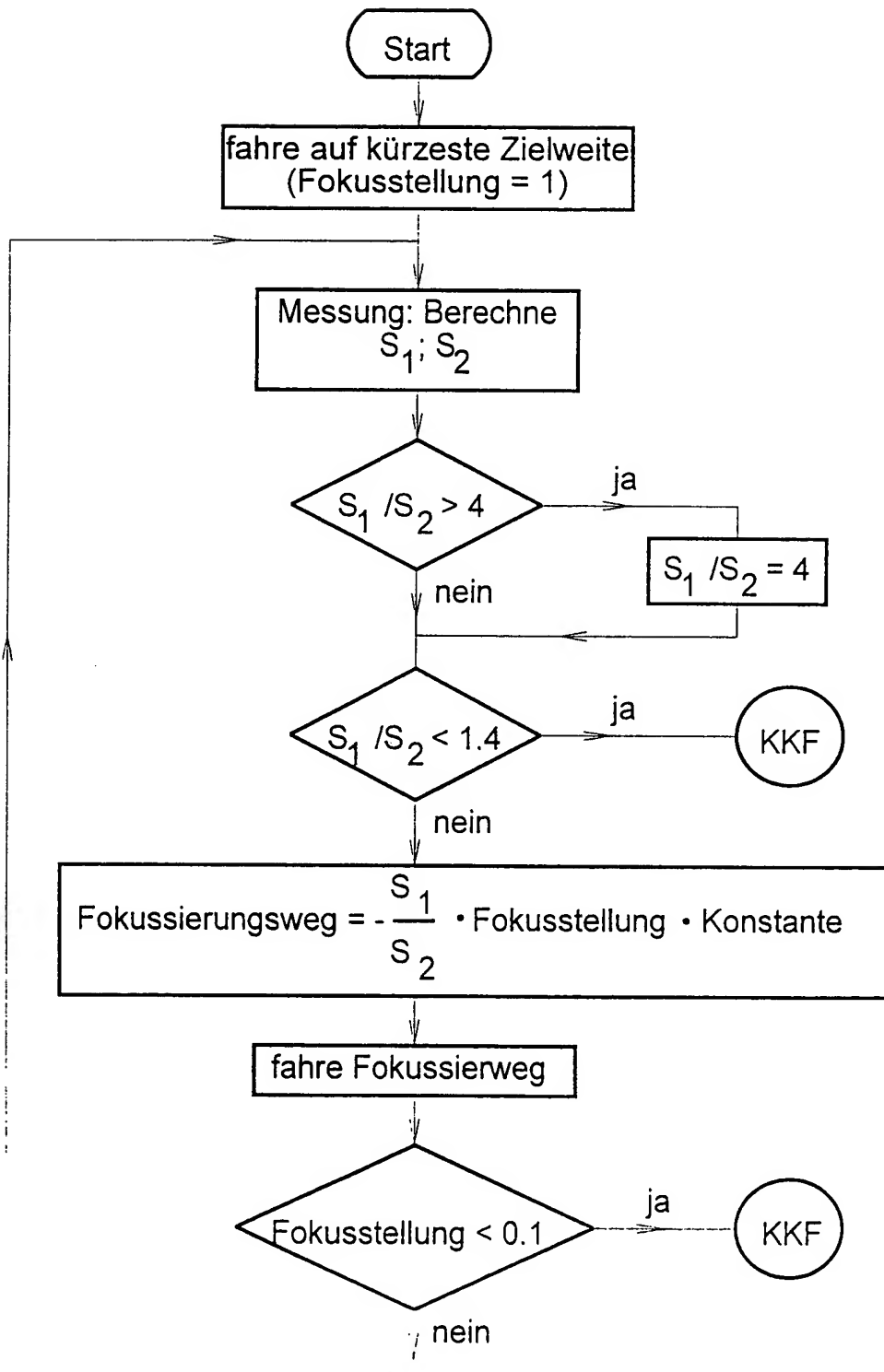


Fig.4

5/5

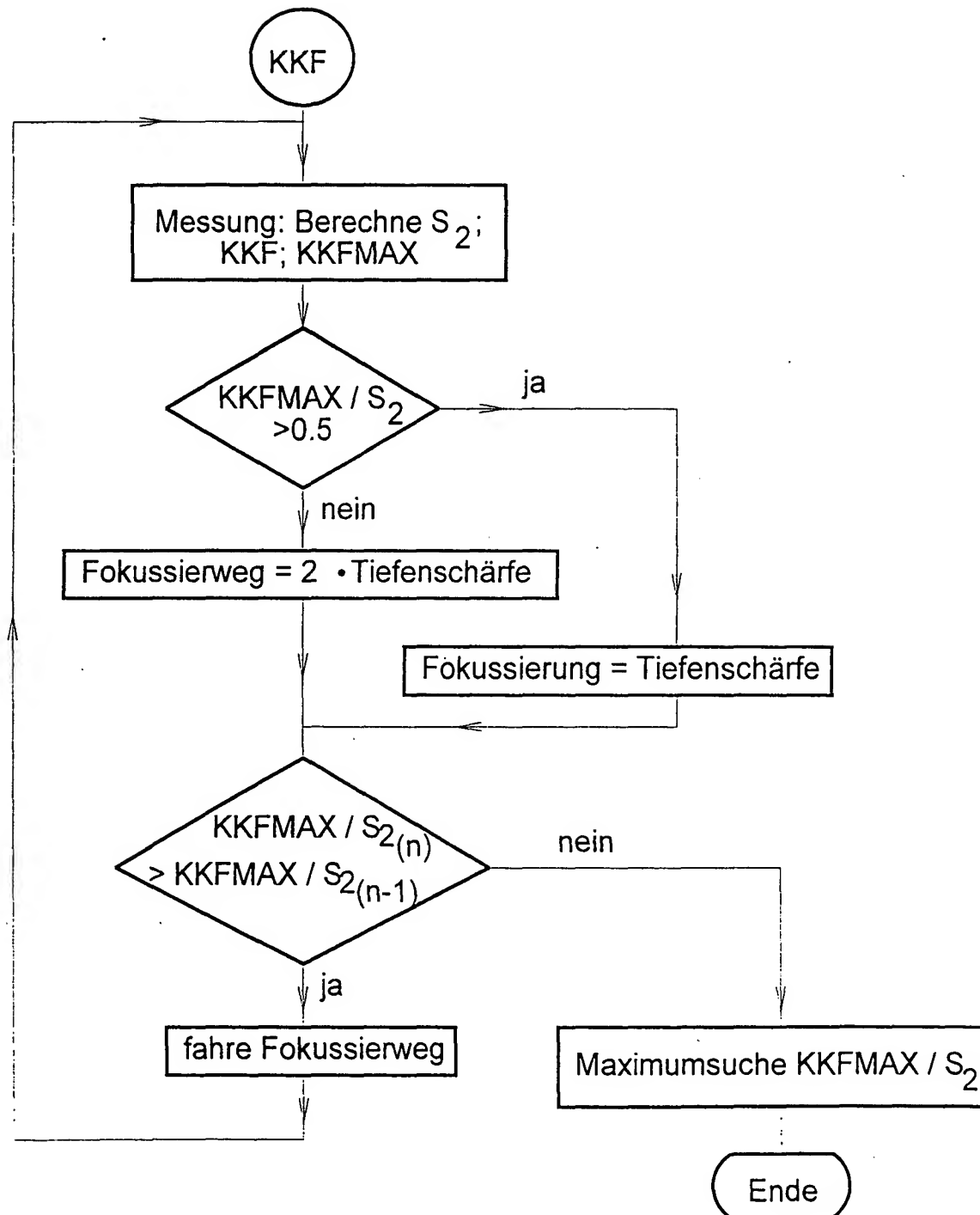


Fig.5

(12) NACH DEM VERTRAG FÜR DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEITUNG AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Januar 2002 (17.01.2002)

PCT

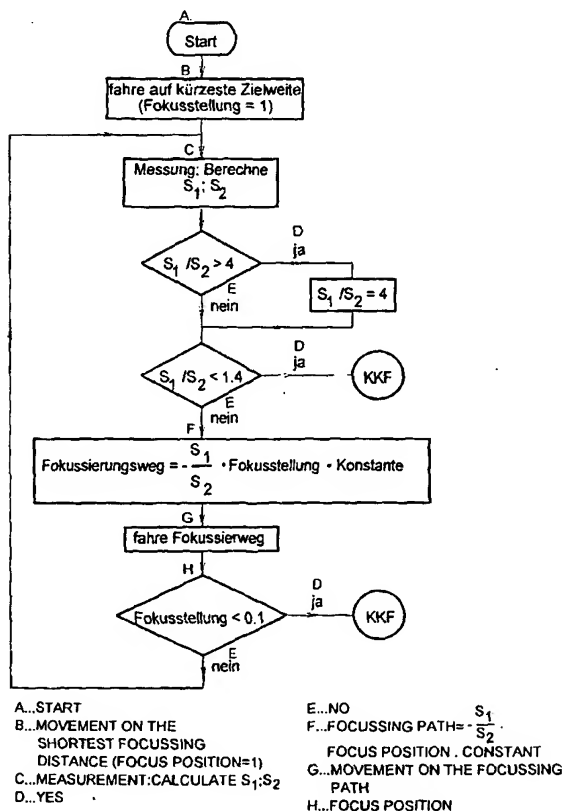
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/05005 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G02B 7/36**, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ZSP GEODÄTISCHE SYSTEME GMBH**
G01C 1/02 [DE/DE]; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/07931
- (22) Internationales Anmeldedatum: 10. Juli 2001 (10.07.2001)
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MAROLD, Thomas**
[DE/DE]; Dorothea-Veit-Strasse 35, 07747 Jena (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (74) Anwälte: **BREIT, Ulrich**; Geyer, Fehners & Partner
(G.b.R.), Sellierstrasse 1, 07745 Jena usw. (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (81) Bestimmungsstaat (national): US.
- (30) Angaben zur Priorität:
100 33 483.0 10. Juli 2000 (10.07.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: AUTOFOCUSING METHOD FOR TELESCOPES PERTAINING TO SURVEYING EQUIPMENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR AUTOFOKUSSIERUNG FÜR FERNROHRE VON VERMESSUNGSGERÄTEN



(57) Abstract: The invention relates to an autofocus method, especially for telescopes pertaining to surveying equipment, said telescopes being fitted with image sensors which split the image signal into individual image elements (pixel), such as CCD lines and/or matrices and CMOS image sensors. Starting from the pixel lying closest to the optical axis, the local signal amplitude is calculated from the monotonously falling or rising signal to the next local maximum and minimum. As long as said local signal amplitude is substantially smaller than the maximum signal, and the focussing element pertaining to the telescope lens is in the focussing position for short target distances, said focussing element is displaced in large steps. The step distance is shortened according to the size of the local signal amplitude in relation to the maximum signal, and according to the position of the focussing element in the region of larger target distances. For a certain size of local signal amplitude in relation to the maximum signal, the cross-correlation functions (KKF) are formed respectively from certain pixels pertaining to the signal, and suitable comparison structures. For a particular relation between a reference function formed from the KKF, and the local signal amplitude, a step distance which is comparable with the optical depth of field is selected and focussed on the maximum of the KKF.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Autofokussierung, insbesondere für Fernrohre von Vermessungsgeräten, die mit Bildsensoren, die das Bildsignal in einzelne Bildelemente (Pixel) auflösen, wie CCD-Zeilen und/oder -Matrizen sowie CMOS-Bildsensoren, ausgerüstet sind. Ausgehend von dem Pixel, das der optischen Achse am nächsten gelegen ist, wird die lokale Signalamplitude aus dem monoton fallenden oder steigenden Signal

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

11



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Januar 2002 (17.01.2002)

PCT

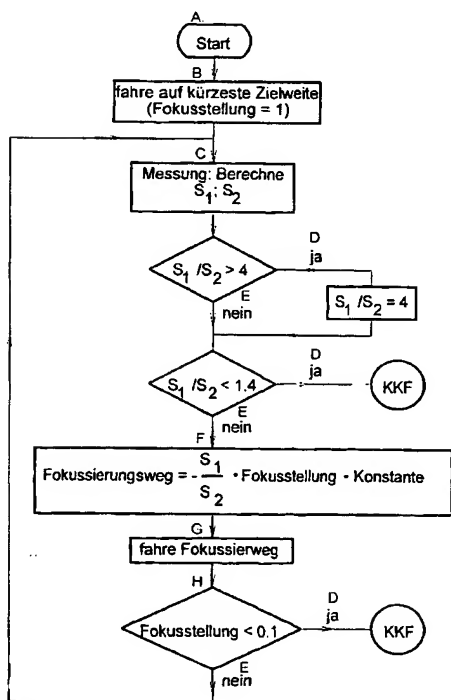
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/05005 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G02B 7/36, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ZSP GEODÄTISCHE SYSTEME GMBH
G01C 1/02 [DE/DE]; Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/07931 (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 10. Juli 2001 (10.07.2001) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAROLD, Thomas
[DE/DE]; Dorothea-Veit-Strasse 35, 07747 Jena (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwälte: BREIT, Ulrich; Geyer, Fehners & Partner
(G.b.R.), Sellierstrasse 1, 07745 Jena usw. (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaat (national): US.
- (30) Angaben zur Priorität: 100 33 483.0 10. Juli 2000 (10.07.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: AUTOFOCUSING METHOD FOR TELESCOPES PERTAINING TO SURVEYING EQUIPMENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR AUTOFOKUSSIERUNG FÜR FERNROHRE VON VERMESSUNGSGERÄTEN



A...START

B...MOVEMENT ON THE
SHORTEST FOCUSING
DISTANCE (FOCUS POSITION=1)C...MEASUREMENT: CALCULATE S₁; S₂

D...YES

E...NO

F...FOCUSING PATH = - S₁/S₂

FOCUS POSITION * CONSTANT

G...MOVEMENT ON THE FOCUSING
PATH

H...FOCUS POSITION

(57) Abstract: The invention relates to an autofocus method, especially for telescopes pertaining to surveying equipment, said telescopes being fitted with image sensors which split the image signal into individual image elements (pixel), such as CCD lines and/or matrices and CMOS image sensors. Starting from the pixel lying closest to the optical axis, the local signal amplitude is calculated from the monotonously falling or rising signal to the next local maximum and minimum. As long as said local signal amplitude is substantially smaller than the maximum signal, and the focussing element pertaining to the telescope lens is in the focussing position for short target distances, said focussing element is displaced in large steps. The step distance is shortened according to the size of the local signal amplitude in relation to the maximum signal, and according to the position of the focussing element in the region of larger target distances. For a certain size of local signal amplitude in relation to the maximum signal, the cross-correlation functions (KKF) are formed respectively from certain pixels pertaining to the signal, and suitable comparison structures. For a particular relation between a reference function formed from the KKF, and the local signal amplitude, a step distance which is comparable with the optical depth of field is selected and focussed on the maximum of the KKF.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Autofokussierung, insbesondere für Fernrohre von Vermessungsgeräten, die mit Bildsensoren, die das Bildsignal in einzelne Bildelemente (Pixel) auflösen, wie CCD- Zeilen und/oder -Matrizen sowie CMOS- Bildsensoren, ausgerüstet sind. Ausgehend von dem Pixel, das der optischen Achse am nächsten gelegen ist, wird die lokale Signalamplitude aus dem monoton fallenden oder steigenden Signal

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

bis zum nächsten lokalen Maximum und Minimum berechnet. Dabei wird, solange diese lokale Signalamplitude wesentlich kleiner ist, als das maximale Signal ist und sich das Fokussierglied des Fernrohrobjektives in Fokussierstellung für kurze Zielweiten befindet, dieses Fokussierglied in grossen Schritten verschoben. Je nach Grösse der lokalen Signalamplitude im Verhältnis zum Maximalsignal und der Lage (Position) des Fokussiergliedes im Bereich grösserer Zielweiten wird die Schrittweite verkürzt. Bei einer bestimmten Grösse der lokalen Signalamplitude im Verhältnis zum Maximalsignal werden zusätzlich die Kreuzkorrelationsfunktionen (KKF) jeweils aus einigen Pixeln des Signals und geeigneten Vergleichsstrukturen gebildet und bei einem bestimmten Verhältnis einer aus der KKF gebildeten Bezugsfunktion zur lokalen Signalamplitude eine mit der optischen Tiefenschärfe vergleichbare Schrittweite gewählt und auf das Maximum der KKF fokussiert.

5

Titel

10 Verfahren zur Autofokussierung für Fernrohre von Vermessungsgeräten

Gebiet der Erfindung

15 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Autofokussierung, insbesondere für Fernrohre von Vermessungsgeräten, und ist für Bildsensoren, die das Bildsignal in einzelne Bildelemente (Pixel) auflösen, wie CCD- Zeilen und Matrizen sowie CMOS-Bildsensoren, geeignet.

20 **Stand der Technik**

Autofokussysteme für Vermessungsgeräte sind bekannt. Die DE- OS 196 14 235 beschreibt einen Autofokus für ein Nivellier. Eine hinter der Bildebene liegende Zusatzoptik dient dabei zur Erfassung der Scharfeinstellung mittels zweier Abbildungsobjektive, die Objektbilder auf zwei Liniensensoren erzeugen. Weiterhin sind
25 Mittel zur Erfassung der Fokussierlinsenposition erforderlich.

In diesem Zusammenhang ist die DE- OS 195 49 048 zu sehen, die mittels eines Strahlenteilers eine zur Bildebene äquivalente Ebene für das Fokuserfassungssystem erzeugt. Diese Lösung hat den Nachteil, daß sie nicht ohne weiteres auf ein Digital-
30 nivellier übertragbar ist.

Aus der DE- PS 34 24 806 sowie der "Zeitschrift für Vermessungswesen und Raumordnung", April 1995, Seiten 65 bis 78, ist es bekannt, in Digitalnivellieren Strahlenteiler zur Erzeugung einer zweiten Bildebene für die zur Auswertung erforderliche CCD- Zeile zu verwenden. Eine zusätzliche Autofokusoptik würde dann eine
35 dritte äquivalente Bildebene erfordern, wenn weiterhin mit dem Fernrohr visuell beobachtet werden soll.

Aus der EP 576 004 ist ein Digitalnivellier mit Autofokus bekannt, bei dem auf eine maximale gemessene oder durch lineare Interpolation errechnete Amplitude der Fouriertransformierten des Detektorsignals in einem Grob- und Feinschrittraster fokussiert wird. Auch diese Lösung ist problematisch. Die Fouriertransformation eines Meßbildes kann je nach Zielweite zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, wenn, wie bei Digitalnivellieren erforderlich, das Abtasttheorem nicht für alle vorkommenden Lattenstriche über den gesamten Zielweitenbereich eingehalten werden kann.

10

Die JP-OS 4- 93 711 beinhaltet einen Autofokus für eine an ein Tachymeterfernrohr über einen Strahlenteiler angeschlossene CCD- Kamera. Eine Fokussierlinse wird motorisch so eingestellt, daß die Bildgröße des abgebildeten Objekts minimal ist. Auch diese Lösung sichert nicht unbedingt optimale Bildschärfe, da das Minimum relativ breit sein kann und deshalb schwer erfaßbar ist.

15

Die US 54 81 329 beschreibt eine Autofokuseinrichtung mit einer Zusatzabbildung nach der Bildebene auf vier Sensoren und Korrelation der gegenüberliegenden, entstandenen Bilder. Als Kontrastwert wird die Summe aus der Differenz jeweils benachbarter Pixel genommen. Je nach Erfolg stehen weitere Filter für andere Ortsfrequenzen zur Verfügung. Je nachdem, ob ein Objekt ein kontrastreiches oder kontrastarmes Bild erzeugt, wird der Gleichlichtanteil vollständig oder unvollständig entfernt. Nachteilig und aufwendig an dieser Einrichtung ist die erforderliche Zusatzoptik.

25

Aus der US 57 15 483 ist bekannt, zunächst Messungen in großen Schrittweiten über den gesamten Fokussierbereich durchzuführen, wobei das Maximum des Ausgangssignals eines Breitbandfilters als Kriterium genutzt wird. In einem zweiten Schritt wird dann in einem kleineren Bereich um den Wert des Maximums mit kleineren Schritten mit einem Hochpaßfilter als Kriterium gesucht. Damit will man vermeiden, daß Nebenmaxima einer für den Autofokus relevanten Funktion zu einer falschen Fokuseinstellung führen. Auch dieser Lösung haften Nachteile an. So muß zunächst über den gesamten Bereich fokussiert werden, um mit einem Breitbandfilter ein Maximum zu finden. Wenn so kein Maximum gefunden werden kann, muß im zweiten Schritt ein Tiefpaßfilter anstelle eines Hochpaßfilters verwendet werden. Die ganze Verfahrensweise ist umständlich und aufwendig.

35

Es ist allgemein bekannt, daß bei optimaler Fokussierung der Bildkontrast maximal ist. Aus der DE 195 00 817 ist weiterhin bekannt, Kanten als Objekte größten Kontrastes im Bild als lokales Maximum oder Minimum der Kreuzkorrelationsfunktion (KKF) einiger Pixel des Bildinhaltes mit einer Idealkante zu finden.

5

Beschreibung der Erfindung

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik weitestgehend zu beseitigen, ein Autofokussteuersignal zu gewinnen, und den Punkt (Zustand) optimaler Fokussierung des Fernrohres zu bestimmen, ohne zusätzliche optische Mittel einzusetzen und ohne notwendigerweise den Fokussierbereich vollständig überfahren zu müssen.

10

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit den im ersten Patentanspruch angegebenen Mitteln gelöst. In den Unteransprüchen sind Einzelheiten und Ausgestaltungen der Erfindung dargelegt.

15

So ist es für Bilder von zweidimensionalen Bildempfängern vorteilhaft, die Berechnungen in Richtung der Zeilen, der Spalten oder gleichzeitig in beiden Richtungen durchzuführen.

20

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn der Fokussierweg bis zur nächsten Messung als Produkt aus dem Verhältnis des maximalen Signals zur lokalen Signalamplitude, der Fokussstellung in Bezug auf die Stellung bei Fokussierung auf unendlich und einer Konstante ermittelt wird.

25

Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn als Vergleichsstruktur für die KKF eine ideale Kante vorgesehen ist. Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn die Bezugsfunktion das Maximum der KKF ist.

30

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Es zeigen:

35

Fig. 1 die Signaldarstellung einer CCD- Zeile bei völlig defokussiertem Bild,
Fig. 2 die Signaldarstellung einer CCD- Zeile bei defokussiertem Bild, jedoch mit

schon erkennbarem Bildinhalt,

Fig. 3 die Signaldarstellung einer CCD- Zeile bei fokussiertem Bild,

Fig. 4 ein Flußdiagramm für den ersten Teil des im Beispiel
beschriebenen Autofokusalgorithmus und

5 Fig. 5 ein Flußdiagramm für den zweiten Teil des im Beispiel
beschriebenen Autofokusalgorithmus.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

10 Die Fig. 1 zeigt das Meßbild der CCD- Zeile eines Digitalnivelliers bei völliger Defokussierung. Die x- Achse 1 zeigt fortlaufend die Pixelnummer i von 0 bis 1799. Auf der y- Achse 2 ist die Helligkeit des jeweiligen Pixels Y_i in willkürlichen Einheiten aufgetragen. Der Wert 255 bedeutet kein Signal (schwarz), der Wert 0 bedeutet maximales Signal (weiß), womit sich eine Negativdarstellung ergibt. Die eigentliche
15 Meßkurve 3 zeigt somit die Helligkeit als Funktion der Pixelnummer $Y_i = f(i)$.

Aufgrund der Defokussierung sind im Fig. 1 nur zwei wesentliche Merkmale zu erkennen. Die Funktionswerte am Zeilenanfang 4 und am Zeilenende 6 werden hier näherungsweise als Dunkelsignal Y_D gewertet (Y_1 bzw. $Y_{1799} = Y_D$).

20

Die Meßbilder gemäß den Fig. 1 bis 3 wurden mit einem Digitalnivellier aufgenommen, bei dem konstruktionsbedingt nur wenig Licht an den Anfang oder das Ende der CCD- Zeile gelangen kann. Prinzipiell ist es natürlich auch möglich, das Dunkelsignal aus einer separaten Messung zu bestimmen. Das zweite wesentliche Merkmal
25 ist die hellste Stelle 5 im Fig. 1, $Y_{720} = Y_{\min}$

25

Die hellste Stelle ergibt sich in diesem Beispiel etwa am Pixel 720. Das Signal Y_{\min} wird in bekannter Weise zur Belichtungssteuerung verwendet. Y_{\min} muß innerhalb gewisser Grenzen gehalten werden. So darf es zum Beispiel nicht Null werden, da
30 dann die CCD- Zeile überbelichtet wird.

30

Der erste für die Fokussierung wesentliche Wert, der aus dem Meßbild gewonnen wird, ist das maximale Signal S_1 :

35

$$S_1 = Y_D - Y_{\min} \quad (1)$$

Aus Fig. 1 kann man daraus ableiten, daß $Y_D = 210$ und $Y_{\min} = 100$ sind. Somit ergibt sich S_1 zu 110.

Anhand der Fig. 2 wird nun die Gewinnung des zweiten Wertes aus dem dargestellten Meßbild erläutert. In dieser Fig. 2 wird eine Signaldarstellung einer CCD- Zeile bei defokussiertem Bild gezeigt. Ein gewisser Bildinhalt ist hier bereits erkennbar. Das Pixel 10 auf der Kurve, das der optischen Achse am nächsten kommt, sei das Pixel $i = 900$. Es wird im folgenden als Mittelpixel (MPX) bezeichnet. Es wird, ausgehend vom MPX, die lokale Signalamplitude S_2 aus dem monoton fallenden oder steigenden Signal bis zum nächsten lokalen Maximum Y_{\max} und Minimum Y_{\min} berechnet. Dazu wird i ausgehend von $i = \text{MPX}$ solange verringert, bis sich entweder ein lokales Maximum oder ein lokales Minimum ergibt, so daß folgende Vorschriften oder Regeln vorgesehen werden:

15 i von $i = \text{MPX}$ in Schritten -1 fallend, maximal N Schritte, (2)
solange $Y_i \leq Y_{i+1}$, das letzte i ergibt Y_{\min}
oder

i von $i = \text{MPX}$ in Schritten -1 fallend, maximal N Schritte (3)
20 solange $Y_i \geq Y_{i+1}$, das letzte i ergibt Y_{\max}

Anschließend wird i von MPX aus vergrößert, so daß:

i von $i = \text{MPX}$ in Schritten +1 ansteigend, maximal N Schritte (4)
25 solange $Y_{i+1} \geq Y_i$, das letzte i ergibt Y_{\max}

oder

i von $i = \text{MPX}$ in Schritten +1 ansteigend, maximal N Schritte (5)
30 solange $Y_{i+1} \leq Y_i$, das letzte i ergibt Y_{\min} ,

wobei für die Regeln (4) oder (5) nur das jeweilig umgekehrte Kleiner- oder Größerzeichen ausgewertet wird, wie in der Regel (2) oder (3) realisiert.

35 Die Zahl N, über die die Regeln (2) bis (5) maximal laufen dürfen, ergibt sich aus der halben Strukturbreite des bei der kürzesten Zielweite zu fokussierenden Gegenstan-

des. In diesem Beispiel sei $N = 180$. Dieser Wert ergibt sich aus den Strukturbreiten der abgebildeten Digitalnivelliermeßplatte.

Falls sich jedoch nach den Regeln (2) bis (5) in beiden Richtungen ein Maximum bzw. ein Minimum ergibt, wird $Y_{MPX} = Y_{lmin}$ bzw. $Y_{MPX} = Y_{lmax}$.

In weiterer Verfeinerung der Regeln (2) bis (5) kann zur Rauschunterdrückung eine lokal von der monotonen Folge abweichend, andere Amplitude von ca. ± 3 Amplitudenschritten zugelassen werden.

10

Die lokale Signalamplitude ergibt sich somit zu:

$$S_2 = Y_{lmax} - Y_{lmin} \quad (6)$$

In Fig. 2 sei ein Pixel 12 dasjenige mit dem lokalen Maximum ($lmax$) bei $i = 800$ und ein Pixel 11 dasjenige mit dem lokalen Minimum ($lmin$) bei $i = 950$. Es gilt:

$$Y_{lmax} = Y_{800} = 140$$

$$Y_{lmin} = Y_{950} = 80$$

$$\text{Somit ergibt sich } S_2 = Y_{800} - Y_{950} = 60.$$

20

Die erste Beziehung (Formel) zur Fokussierung lautet wie folgt:

$$\text{Fokussierweg} = (S_1 / S_2) \cdot \text{Fokusstellung} \cdot \text{Konstante} \quad (7)$$

Dabei gelten folgende Regeln bzw. Festlegungen:

S_1 / S_2 wird auf einen Maximalwert begrenzt, z.B. 4 (Fig. 4).

Fokusstellung normiert auf den Fokussierweg = 1; Unendlich hat den niedrigsten Wert (= 0).

In der Fig. 1 ist $S_1 = 110$, $S_2 = 20$. Somit wird $S_1 / S_2 = 5.5$. Wird als Konstante z.B. 0.05 gewählt, kann mit diesen Werten bei einer Fokusstellung nahe 1 (kürzeste Zielweite) ein Fokussierweg von 0.28 mit dem nächsten Schritt überfahren werden.

In Fig. 2 ist $S_1 = 150$, $S_2 = 60$ und $S_1 / S_2 = 2.5$. Mit der Konstante 0.05 ergibt sich bei einer Fokusstellung nahe 1 (kürzeste Zielweite) ein Fokussierweg von 0.12, der mit dem nächsten Schritt überfahren werden kann.

35

Bei einer Fokusstellung nahe 0 (Unendlich) ergibt sich trotz extremer Defokussierung nur ein kleiner möglicher Betrag für den Fokussierweg. Hierbei hat es sich nämlich gezeigt, daß mit Hilfe des Kriteriums S_1 / S_2 zielweitenabhängig entschieden werden kann, ob bis zur nächsten Messung ein großer oder ein kleiner Fokussierweg zurückgelegt werden kann, ohne den Fokus dabei zu überfahren. Das Flußdiagramm dazu ist in Fig. 4 dargestellt.

Die Tatsache, daß in die Regel (7) nicht die Signalamplitude, sondern das Verhältnis S_1 / S_2 eingeht, hat den Vorteil, daß die Regel (7) amplitudenunabhängig ist. Daher kann sie schon angewendet werden, bevor eine optimale Belichtungsregelung erfolgt ist. Somit können die Berechnungen und Fokussierstellungsänderungen der Glieder für den Autofokus schon während der Belichtungsregelung erfolgen.

Das für die nachfolgende Feinfokussierung erforderliche Verfahren und ein weiterer, dabei benutzter Rechenwert werden anhand der Fig. 3 erläutert, welche wiederum dasselbe Objekt wie in Fig. 1 und 2, aber in fokussiertem Zustand, zeigt. Die Meßkurve 20 enthält dunkle Bereiche 21 und helle Bereiche 22, die durch Kanten 23 getrennt sind. Die Kanten erstrecken sich nur über wenige Pixel des Bildes. Die Pixel 24, 25, 26 und 27 der Kante 23 sind in Fig. 3 eingezeichnet.

Die Pixel 24 bis 27 haben in dieser Reihenfolge die Signale:

24: $Y_{860} = 189$; 25: $Y_{861} = 170$; 26: $Y_{862} = 135$ und 27: $Y_{863} = 115$.

Die dritte, für den Fokussiervorgang wesentliche Funktion sei die Kreuzkorrelationsfunktion (KKF) aus jeweils vier Pixeln und einer idealen Dunkel-Hell-Kante mit den Signalen (+1;+1;-1;-1).

Sie wird nach folgender Gleichung gebildet:

$$KKF(i) = Y_i + Y_{i+1} - Y_{i+2} - Y_{i+3} \quad (8)$$

Im Beispiel der Kante 23 ergibt sich für $KKF(860) = 109$. In der aus der DE 195 00 817 bekannten Weise wird die KKF pixelweise gebildet. An Stellen eines lokalen Maximums dieser Funktion ergeben sich Kanten im Meßbild, die jeweils im Bereich der Pixel Y_{i+1} und Y_{i+2} liegen. Die genaue Lage wird anschließend durch Interpolation ermittelt.

Für den Vorgang der Fokussierung ist wesentlich, daß die KKF ein Maß für den Bildkontrast ist. Aus den KKF- Maxima kann eine Bezugsfunktion gebildet werden, die es gestattet, Aussagen über den Fokussierzustand zu machen. Es ist zweckmäßig und am einfachsten, als Bezugsfunktion den Maximalwert der KKF im ganzen Bildfeld zu verwenden. Mit etwas größerem Aufwand könnte ebenfalls als Bezugsfunktion der Mittelwert aus den lokalen Maxima der KKF verwendet werden. Im folgenden wird die so gebildete Bezugsfunktion als KKF_{MAX} bezeichnet.

- 10 Der weitere Fokussiervorgang besteht darin, die Funktion KKF_{MAX} / S_2 zu maximieren. Es ist zweckmäßig, abhängig von der Größe der Funktion KKF_{MAX} / S_2 den Fokussierweg entweder auf die doppelte Tiefenschärfe einzustellen, solange $KKF_{MAX} / S_2 < 0.5$ ist. Bei Überschreiten des Wertes 0.5 wird dann der Fokussierweg bis zur nächsten Messung auf die Tiefenschärfe begrenzt. Der Ablauf des Fokussiervorganges ist als Flußdiagramm in Fig. 5 dargestellt.

Der Fokussierweg kann dabei gemessen werden oder auch durch eine geeignete Steuerung des Fokussiermotors, z.B. eines Schrittmotors, ohne Messung mit hinreichender Genauigkeit eingestellt werden.

- 20 Um das Maximum von KKF_{MAX} / S_2 zu finden, sind dann, wenn es einmal überfahren wurde, im allgemeinen drei Messungen in der Nähe des Maximums ausreichend. Im einfachsten Fall ist das Maximum der größte Wert von KKF_{MAX} / S_2 dieser drei Messungen. Mit etwas erhöhtem Aufwand kann ein die Lage des Maximums auch mit höherer Auflösung zum Beispiel durch parabolische Interpolation aus den drei Meßwerten berechnet werden. Derartige Verfahren sind bekannt und daher nicht näher beschrieben.

- 30 Die bezüglich der Fokussierung lautenden Regeln sind zusammenfassend in Fig. 4 und 5 dargestellt. Fig. 4 zeigt, daß die Regel (7) angewendet wird, bis entweder die Fokusstellung < 0.1 ist, oder S_1 / S_2 einen Wert von 1.4 unterschreitet.

- Fig. 5 zeigt, daß, wenn eine der obigen Bedingungen erfüllt ist, KKF_{MAX} / S_2 gebildet wird. Die Schrittweite wird auf die Tiefenschärfe begrenzt, sobald $KKF_{MAX} / S_2 > 0.5$.
35 Anschließend erfolgt das Einfahren bis zum Maximum KKF_{MAX} / S_2 .

Die Erfindung ist nicht auf das vorstehende Beispiel begrenzt. Die für Entscheidun-

gen gewählten Konstanten können andere Werte annehmen, die optimal an das jeweilige optische System angepaßt sind. Die in der Fig. 5 angegebenen Schrittweiten für die Fokussierung können auch andere Werte annehmen, so die ganze und halbe Tiefenschärfe. Anstelle der KKF kann auch eine andere stark kontrastabhängige Funktion verwendet werden. Es ist auch möglich anstelle von KKF_{MAX} / S_2 als Entscheidungskriterium die Funktion KKF_{MAX} zu verwenden, nur muß dann gesichert sein, daß sich die Belichtung während des Fokussiervorgangs nicht mehr ändert.

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Autofokussierung, insbesondere für Fernrohre von Vermessungsgeräten, mit Bildsensoren, die das Bildsignal in einzelne Bildelemente (Pixel) auflösen, wie CCD- Zeilen und/oder -Matrizen sowie CMOS- Bildsensoren,
dadurch gekennzeichnet,
- 10 --- daß ausgehend von dem Pixel, das der optischen Achse am nächsten gelegen ist, die lokale Signalamplitude aus dem monoton fallenden oder steigenden Signal bis zum nächsten lokalen Maximum und Minimum berechnet wird,
--- daß solange diese lokale Signalamplitude wesentlich kleiner ist, als das maximale Signal und sich das Fokussierglied des Fernrohrobjektives in Fokussierstellung für kurze Zielweiten befindet, dieses Fokussierglied in großen Schritten verschoben wird,
15 --- daß je nach Größe der lokalen Signalamplitude im Verhältnis zum Maximalsignal und der Lage (Position) des Fokussiergliedes im Bereich größerer Zielweiten die Schrittweite verkürzt wird,
- 20 --- daß bei einer bestimmten Größe der lokalen Signalamplitude im Verhältnis zum Maximalsignal zusätzlich die Kreuzkorrelationsfunktionen (KKF) jeweils aus einigen Pixeln des Signals und geeigneten Vergleichsstrukturen gebildet werden
--- und daß bei einem bestimmten Verhältnis einer aus der KKF gebildeten Bezugsfunktion zur lokalen Signalamplitude eine mit der optischen Tiefenschärfe vergleichbare Schrittweite gewählt und auf das Maximum der KKF fokussiert wird.
- 25
- 30 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für Bilder von zweidimensionalen Bildempfängern die Berechnungen in Richtung der Zeilen, der Spalten oder gleichzeitig in beiden Richtungen durchgeführt werden.
- 35 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Fokussierweg bis zur nächsten Messung als Produkt aus dem Verhältnis des maximalen Signals zur lokalen Signalamplitude, der Fokusstellung in Bezug auf die Stellung bei Fokussierung auf unendlich und einer Konstante ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Vergleichsstruktur für die KKF eine ideale Kante vorgesehen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Bezugsfunktion das Maximum der KKF verwendet wird.

1/5

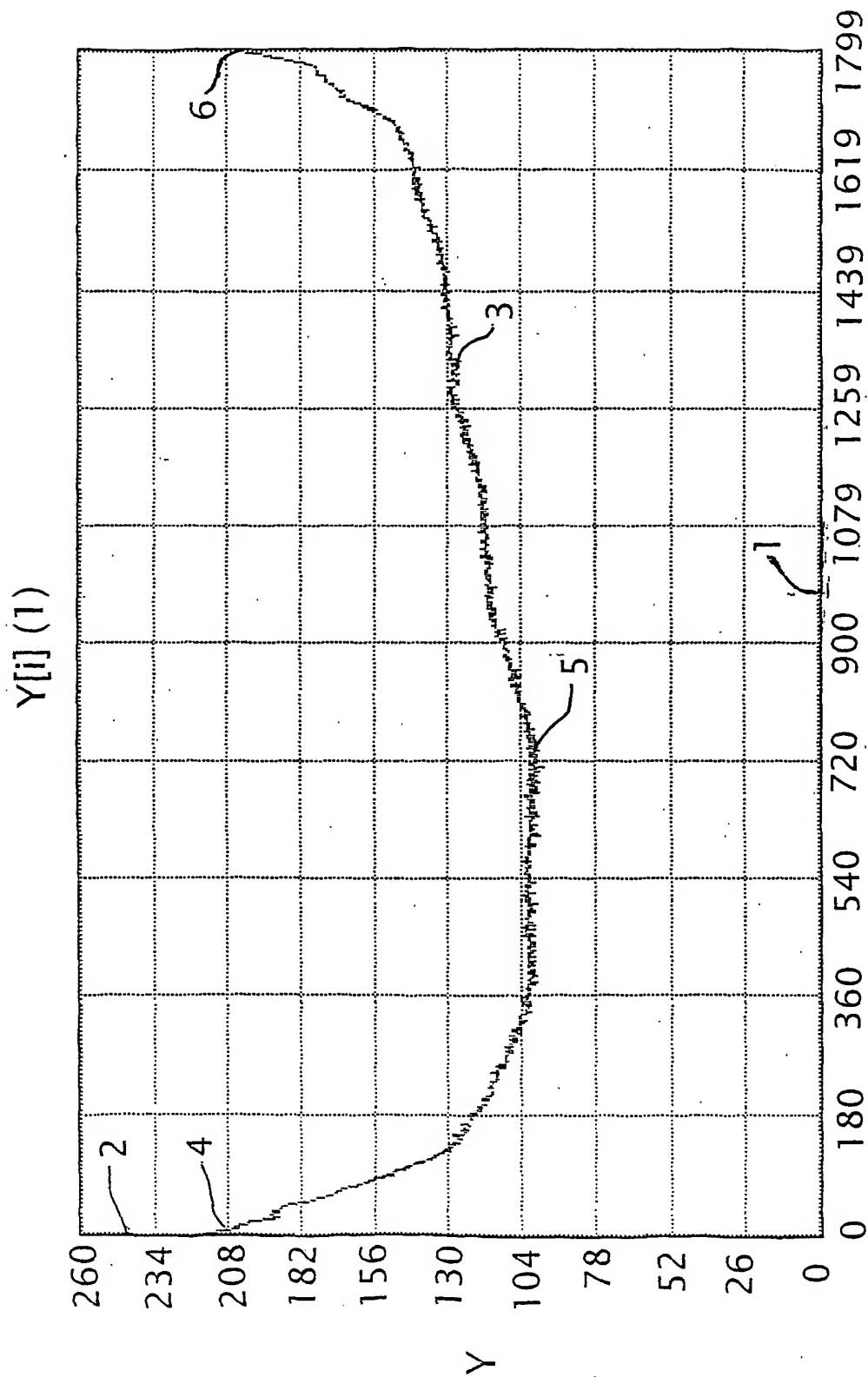


Fig.1

2/5

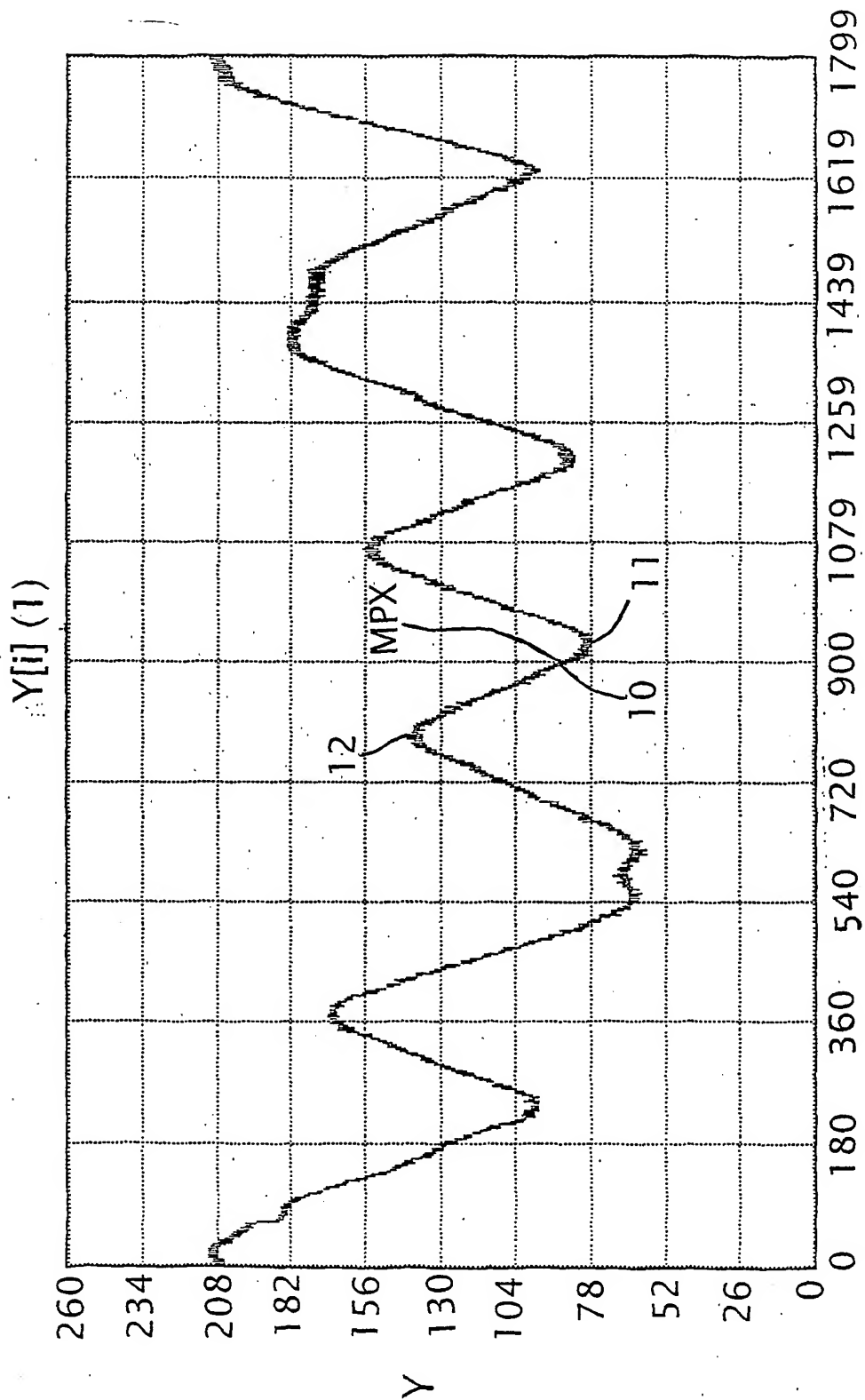


Fig.2

3/5

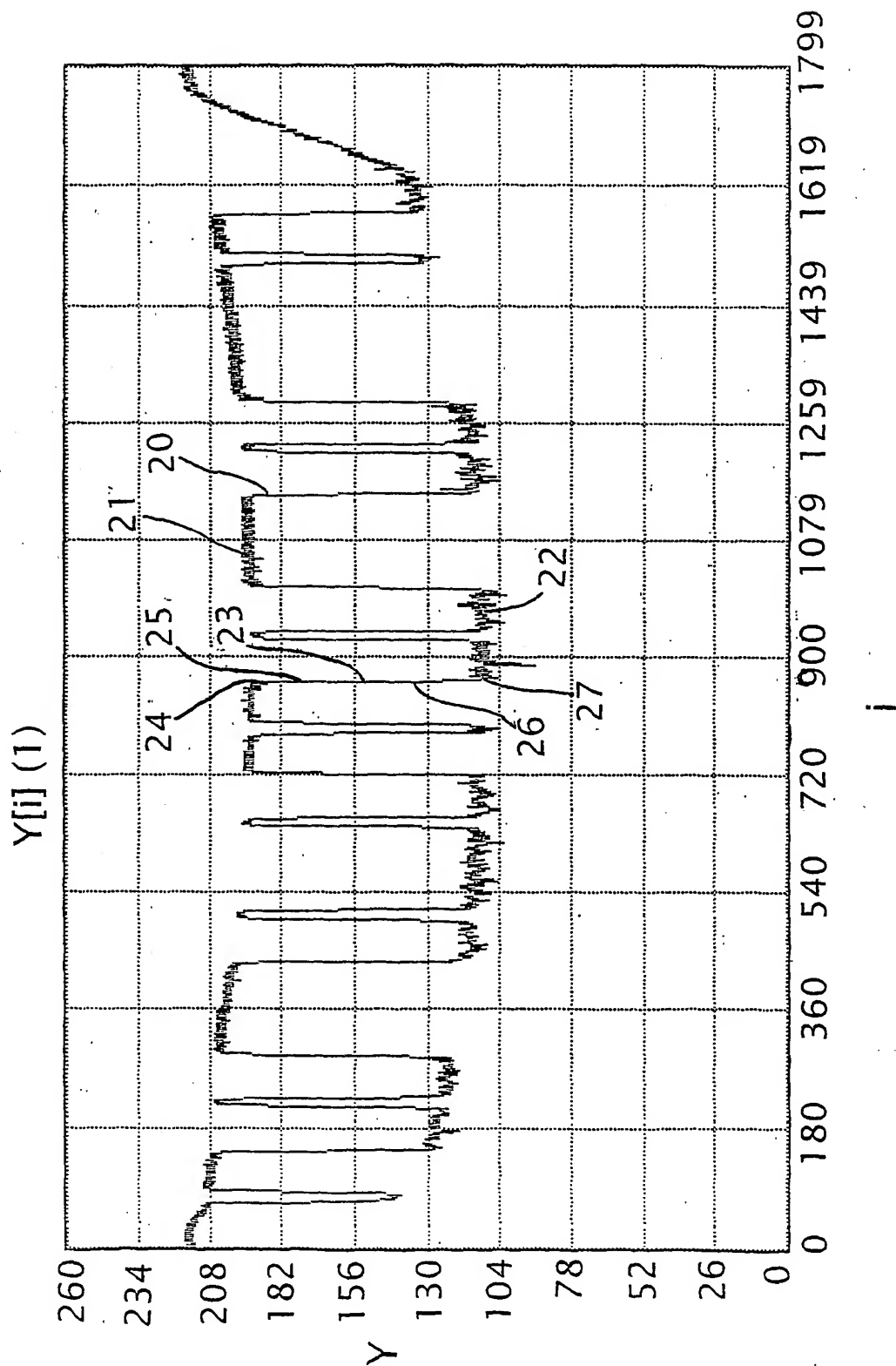


Fig.3

4/5

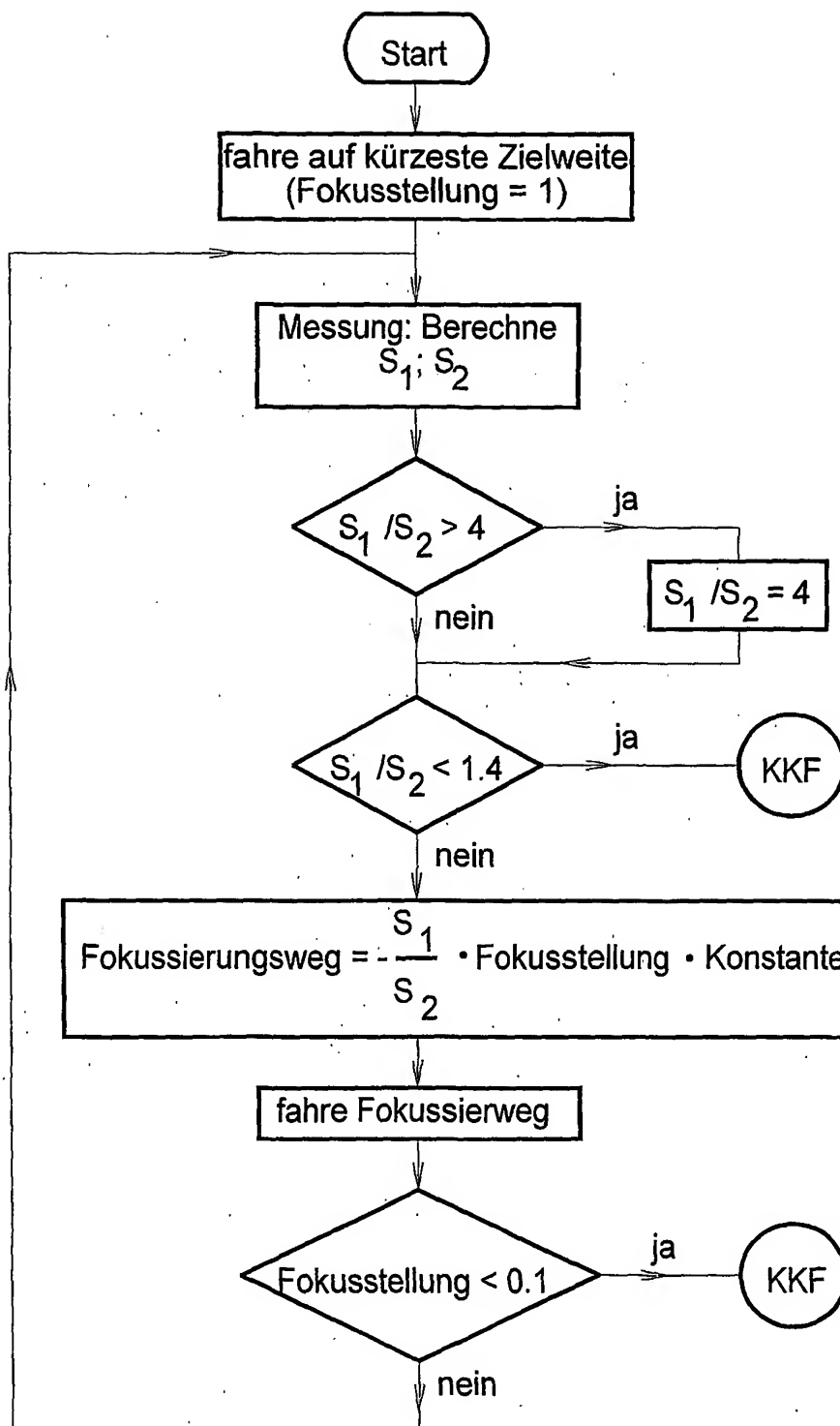


Fig.4

5/5

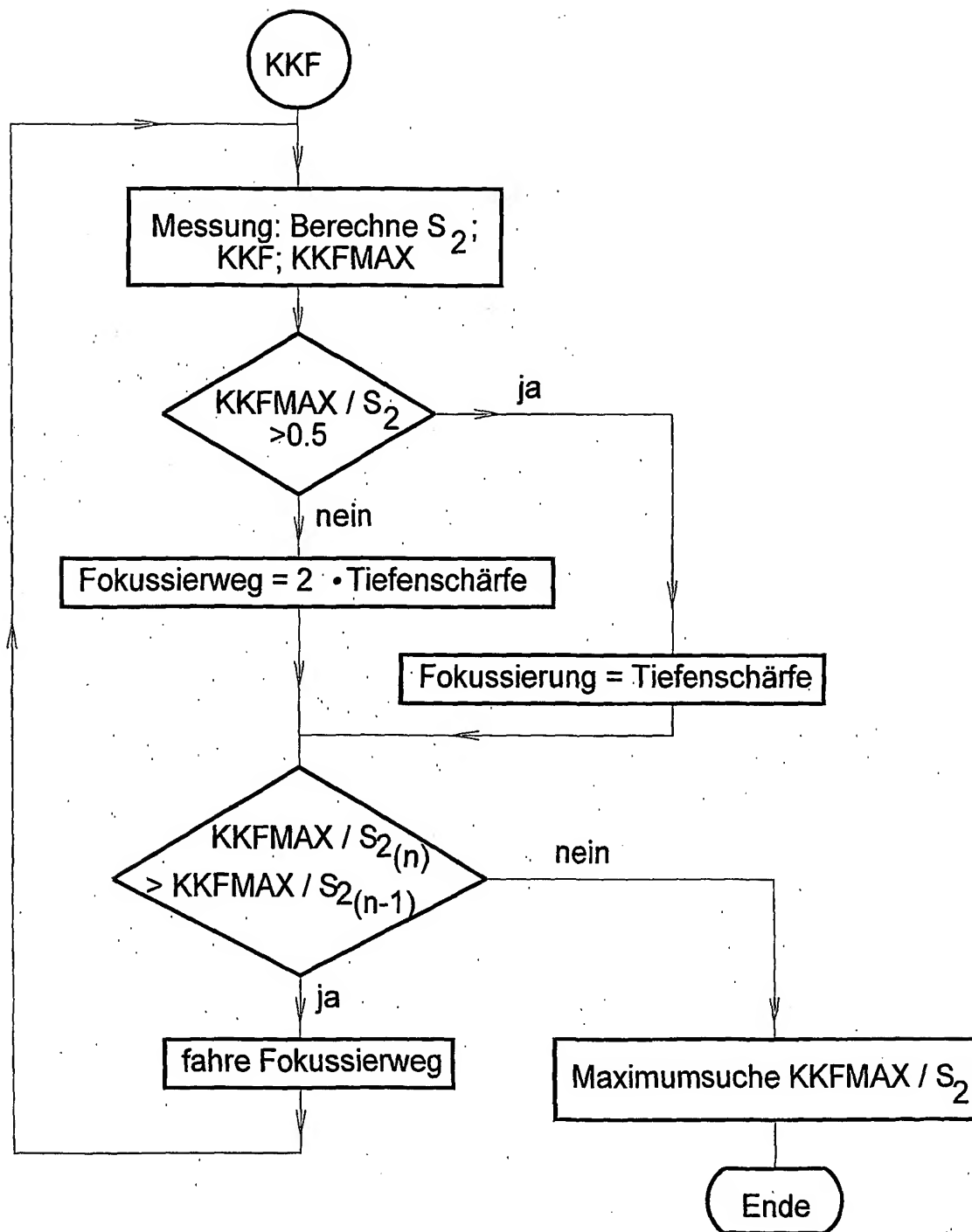


Fig.5

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

10/070580
#5/Translation
4-15-03
HAYES

Applicant's or agent's file reference 0817/000015	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP01/07391	International filing date (day/month/year) 28 June 2001 (28.06.01)	Priority date (day/month/year) 29 June 2000 (29.06.00)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC C12N 15/82		RECEIVED JAN 30 2003
Applicant SUNGENE GMBH & CO. KGAA		GROUP 3600

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 24 January 2002 (24.01.02)	Date of completion of this report 04 April 2002 (04.04.2002)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP01/07391

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

- ☒ the international application as originally filed.
- ☐ the description, pages 1-41, as originally filed,
 pages _____, filed with the demand,
 pages _____, filed with the letter of _____,
 pages _____, filed with the letter of _____.
- ☐ the claims, Nos. 1-37, as originally filed,
 Nos. _____, as amended under Article 19,
 Nos. _____, filed with the demand,
 Nos. _____, filed with the letter of _____,
 Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☐ the drawings, sheets/fig 1/6-6/6, as originally filed,
 sheets/fig _____, filed with the demand,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP 01/07391

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**1. Statement**

Novelty (N)	Claims	7-11, 15-27, 30-32	YES
	Claims	1-6, 12-14, 28, 29, 33-37	NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	1-37	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-37	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations**1. Documents cited:**

D1 = EP-A-0 264 914 (KYOWA HAKKO KOGYO KK),

27 April 1988 (1988-04-27);

D2 = WO-A-91/04263 (NUTRASWEET CO), 4 April 1991

(1991-04-04);

D3 = EBERHARD J ET AL: "Cytosolic and plastidic chorismate mutase isozymes from Arabidopsis thaliana: Molecular characterization and enzymatic properties." PLANT JOURNAL, Vol. 10, No. 5, 1996, pages 815-21, ISSN: 0960-7412, mentioned in the application;

D5 = WO-A-00/08169 (EBNETH MARCUS; HERBERS KARIN (DE); REINDL ANDREAS (DE); SUNGENE GM),

17 February 2000 (2000-02-17) mentioned in the application.

The claims relate to a process for producing fine chemicals by means of organisms that overexpress an enzyme of the shikimate pathway or express a heterologous enzyme that bridges the shikimate pathway. Furthermore, the corresponding nucleic acids and genetically modified organisms are claimed.

- 2.1 D1 describes a process for producing phenylalanine in which the genes coding for 3-deoxy-D-arabino-hepturosonate-7-phosphate synthase (DS), chorismatase (CM), and prephenate dehydratase (PD) are isolated from *E. coli*, *Corynebacterium*, or *Brevibacterium* and are recombinantly expressed in *Corynebacterium* or *Brevibacterium* microorganisms. These recombinant microorganisms produce more phenylalanine, tyrosine, and tryptophan than the corresponding wild type. Moreover, mutants are described in which the enzymatic activity does not succumb to the negative regulation by means of phenylalanine (see, for instance, Example 1 and the claims). Hence, the content of D1 is prejudicial to the novelty of the subject matter of Claims 1-6, 28, 29, and 33-37 (PCT Article 33(2)).
- 2.2 D2 describes DNA mutants of the chorismate mutase/prephenate dehydratase (CMPD) of *E. coli* that are resistant to negative regulation by phenylalanine and thus also synthesize more phenylalanine than the wild type (Examples 1 and 2). D2 is thus prejudicial to the novelty of the subject matter of Claims 1-6, 28, 29, and 33-37 (PCT Article 33(2)).
- 2.3 D3 relates to the identification of the cytoplasmatic chorismate mutase CM2 of *A. thaliana*: the enzyme was isolated by complementing CM-deficient *E. coli* cells with a cDNA bank of *A. thaliana*. It also shows that, in contrast to the plastid-specific isoform CM1, the cytoplasmatic CM2 activity is not regulated by amino acids (page 816, Figure 1 and page 818, Table 1). In addition, the activity of CM2 without a transit peptide appears to

be greater than with a transit peptide.

Consequently, the content of D3 is prejudicial to the novelty of the subject matter of Claims 1-6, 12-14, 28, 29 and 33-37 (EPC Article 33(2)).

2.4 The other dependent claims, Claims 7-11, relate to a process in which a plant is genetically modified. Since the prior art describes only expression in microorganisms, these claims are novel (PCT Article 33(2)). The same pertains to dependent Claims 15-27 and 30-32.

2.5 The problem addressed was that of making available an optimized process for producing fine chemicals by cultivation of recombinant organisms that express the corresponding genes.

D1 describes a process for producing fine chemicals by cultivation of organisms that overexpress a heterologous enzyme of the shikimate path. The difference with respect to the application is that in D1, microorganisms are used, while the application uses plants.

D5 describes a process in which transgenic plants overexpress the 1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate synthase and thus synthesize a higher quantity of tocopheroles, vitamin K, chlorophylls and/or carotinoids (see, for instance, Examples 18, 19).

Since D5 had disclosed the use of transgenic plants for producing fine chemicals and D1, D2 and D3 describe the sequences coding for chorismate mutase, the solution proposed in the application would be

obvious to a person skilled in the art and, hence, not inventive.

Consequently, the subject matter of Claims 7-11, 15-27 and 30-32 lacks an inventive step (PCT Article 33(3)).

2.6 The subject matter of Claims 1-33 is industrially applicable in the field of biochemistry (PCT Article 33(4)).

2.7 Contrary to PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not cite documents D1 and D2 or indicate the relevant prior art disclosed therein.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM
GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

REC'D 13 SEP 2002

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

PCT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 0817/000015	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP01/07391	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 28/06/2001	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 29/06/2000
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK C12N15/82		RECEIVED JAN 30 2003
Anmelder SUNGENE GMBH & CO. KGaA, et al.		GROUP 3600

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit von dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsvorschriften zum PCT).
Diese Anlagen umfassen insgesamt 5 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 24/01/2002	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 11.09.2002
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Trommsdorff, M Tel. Nr. +49 89 2399 7361 

I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):
Beschreibung, Seiten:

1-41 ursprüngliche Fassung

Patentansprüche, Nr.:

1-37 eingegangen am 22/03/2002 mit Schreiben vom 27/02/2002

Zeichnungen, Blätter:

1/6-6/6 ursprüngliche Fassung

Sequenzprotokoll in der Beschreibung, Seiten:

1-14, in der ursprünglich eingereichten Fassung.

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☒ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☒ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☒ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen

Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-37
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	
	Nein: Ansprüche	1-37
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-37
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt

1. Zitierte Dokumente

- D1: EP-A-0 264 914 (KYOWA HAKKO KOGYO KK) 27. April 1988 (1988-04-27)
D2: WO 91 04263 A (NUTRASWEET CO) 4. April 1991 (1991-04-04)
D3: EBERHARD J ET AL: 'Cytosolic and plastidic chorismate mutase isozymes from Arabidopsis thaliana: Molecular characterization and enzymatic properties.' PLANT JOURNAL, Bd.10, Nr.5, 1996, S.815-21 ISSN: 0960-7412 in der Anmeldung erwähnt
D5: WO 00 08169 A (EBNETH MARCUS ;HERBERS KARIN (DE); REINDL ANDREAS (DE); SUNGENE GM) 17. Februar 2000 (2000-02-17) in der Anmeldung erwähnt

2. Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Regel 66.2(a)(ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

Die Ansprüche betreffen ein Verfahren zur Produktion von Feinchemikalien ausgewählt aus der Gruppe Vitamin E, Vitamin K oder Ubichinon, durch Organismen, die ein Enzym des Shikimatweges überexprimieren oder ein heterologes Enzym, das den Shikimatweg überbrückt, exprimieren. Desweiteren werden die entsprechenden Nukleinsäuren und genetisch veränderten Organismen beansprucht.

- 2.1. Da keines der oben zitierten Dokumente solch ein Verfahren oder die entsprechenden Konstrukte beschreibt, ist der Gegenstand der Ansprüche 1-37 neu (Art. 33(2) PCT).
- 2.2. Der Gegenstand der Ansprüche 1-37 beruht nicht auf erfinderischer Tätigkeit aus folgenden Gründen (Art. 33(3) PCT):
D5 beschreibt ein Verfahren bei dem transgene Pflanzen die 1-Deoxy-D-Xylulose-5-Phosphat Synthase (DOXS) überexprimieren und so einen höheren Gehalt an Tocopherolen, Vitamin K, Chlorophyllen und/oder Carotinoiden synthetisieren (Siehe z.B., Beispiele 18, 19).
Die zu lösende Aufgabe war demzufolge ein weiteres, optimiertes Verfahren zur Herstellung von Feinchemikalien ausgewählt aus Vitamin E, Vitamin K und Ubichinon zur Verfügung zu stellen.
Es ist aus der Anmeldung nicht zu erkennen, ob es sich dabei tatsächlich um ein

"optimiertes" Verfahren handelt, da keine Vergleichswerte zu D5 beinhaltet sind. Die Tabellen A und B beweisen jedoch, daß die gesamte Vitamin E Werte in den rekombinanten Pflanzen erhöht sind im Vergleich zum Wildtyp.

Wie aus der Abbildung 1 von D5 zu erkennen ist, sind sowohl DOXS als auch die in der Anmeldung beschriebenen Enzyme, Chorismat mutase (CM) und Chorismatmutase Prephenatdehydrogenase (CMPD), an der Synthese von Tocopherol beteiligt. D5 zeigt, daß die Überexpression von DOXS zu einer Erhöhung von Tocopherol führt, obwohl dieses Enzym im Syntheseweg sehr weit vom Endprodukt Tocopherol entfernt liegt. Daher wäre es für den Fachmann, der alternative Verfahren sucht, naheliegend gewesen weitere Enzyme, die an der Synthese von Vitamin E beteiligt sind, überzuexprimieren. Er hätte dabei logischerweise zuerst auf Enzyme zurückgegriffen, deren Sequenz bekannt ist, wie zum Beispiel CM und CMPD, deren Sequenzen in D1, D2 und D3 beschrieben sind.

Das Dokument D1 hätte den Fachmann insofern darin bekräftigt Enzyme des Shikimatweges zu testen, da es ein Verfahren zur Produktion von Phenylalanin beschreibt und zeigt daß rekombinante Corynebacterium oder Brevibacterium Mikroorganismen, die für die 3-Deoxy-D-Arabinose-Hepturosonat-7-Phosphat Synthase (DS), Chorismatmutase (CM) und Prephenatdehydratase (PD) kodierenden Gene überexprimieren, mehr Phenylalanin, Tyrosin und Tryptophan produzieren als der entsprechende Wildtyp.

Demzufolge wird der Gegenstand der Ansprüche 1-37 als nicht erfinderisch betrachtet (Art 33(3) PCT).

- 2.3. Der Gegenstand der Ansprüche 1-37 ist im Bereich der Biochemie gewerblich anwendbar (Art. 33(4) PCT).
- 2.4. Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in den Dokumenten D1 und D2 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch diese Dokumente angegeben.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Feinchemikalien ausgewählt aus
5 der Gruppe Vitamin E, Vitamin K oder Ubichinon durch Kultivierung von Organismen die gegenüber dem Wildtyp einen genetisch veränderten Shikimatweg aufweisen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man
10 zur genetischen Veränderung des Shikimatweges mindestens eine Maßnahme ausgewählt aus der Gruppe der Maßnahmen A und B durchführt, wobei A und B folgende Bedeutung haben:

A: Erhöhung der Aktivität mindestens eines Enzyms des
15 Shikimatweges des Wildtyps;

B: Einbringen mindestens eines Gens in den Organismus zu dem der Wildtyp kein orthologes Gen aufweist und das den Stoffwechselweg des Shikimatweges des Wildtyps
20 überbrückt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß man
bei Maßnahme A die Aktivität mindestens eines Enzyms des
Shikimatweges durch Überexpression von Nukleinsäuren erhöht,
25 die Proteine mit dieser enzymatischen Aktivität codieren.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß man
eine Nukleinsäure, codierend eine Chorismatmutase in den
Organismus einbringt.
30
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß man
eine Nukleinsäure codierend eine Chorismatmutase in den
Organismus einbringt, deren Aktivität einer reduzierten
posttranslationalen Regulation im Organismus unterliegt.
35
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß man
eine Nukleinsäure codierend eine Chorismatmutase in den
Organismus einbringt die an der Lokalisation der Expression
im Organismus einer reduzierten posttranslationalen
40 Regulation unterliegt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß man als Organismus eine Pflanze verwendet.
45

43

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß man eine cytosolische Chorismatmutase in Plastiden einer Pflanze einbringt.
- 5 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß man ein Nukleinsäurekonstrukt in die Pflanze einbringt, enthaltend eine Nukleinsäure kodierend ein plastidäres Transitpeptid und eine Nukleinsäure die ein Protein kodiert, enthaltend die Aminosäuresequenz SEQ ID NO. 4 oder eine von
- 10 dieser Sequenz durch Substitution, Insertion oder Deletion von Aminosäuren abgeleitete Sequenz, die eine Homologie von mindestens 30 % auf Aminosäureebene mit der Sequenz SEQ ID NO. 4 und die enzymatische Eigenschaft einer Chorismatmutase aufweist.
- 15 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß man als Nukleinsäure, kodierend ein plastidäres Transitpeptid eine Nukleinsäure verwendet, die das plastidäre Transitpeptid einer plastidären Chorismatmutase kodiert.
- 20 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß man ein Nukleinsäurekonstrukt der Nukleinsäuresequenz SEQ ID NO. 5 in Pflanzen einbringt.
- 25 12. Nukleinsäurekonstrukt, enthaltend eine Nukleinsäure kodierend ein plastidäres Transitpeptid und eine Nukleinsäure die ein Protein kodiert, enthaltend die Aminosäuresequenz SEQ ID NO. 4 oder eine von dieser Sequenz durch Substitution, Insertion oder Deletion von Aminosäuren
- 30 abgeleitete Sequenz, die eine Homologie von mindestens 30 % auf Aminosäureebene mit der Sequenz SEQ ID NO. 4 und die enzymatische Eigenschaft einer Chorismatmutase aufweist.
- 35 13. Nukleinsäurekonstrukt nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß man als Nukleinsäure, kodierend ein plastidäres Transitpeptid eine Nukleinsäure verwendet, die das plastidäre Transitpeptid einer plastidären Chorismatmutase kodiert.
- 40 14. Nukleinsäurekonstrukt nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß es die Nukleinsäuresequenz SEQ ID NO. 5 aufweist.

45

44

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß man als Organismus eine Pflanze verwendet und daß man bei Maßnahme B als Gen zu dem der Wildtyp kein orthologes Gen aufweist eine Nukleinsäure codierend eine Prephenatdehydrogenase in eine Pflanze einbringt.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 und 15, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Nukleinsäure codierend eine Prephenatdehydrogenase in Kombination mit einer Nukleinsäure codierend eine Chorismatmutase in eine Pflanze einbringt.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Nukleinsäure codierend eine Chorismatmutase-Prephenatdehydrogenase in eine Pflanze einbringt.
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Nukleinsäure einbringt, die ein Protein kodiert, enthaltend die Aminosäuresequenz SEQ ID NO. 2 oder eine von dieser Sequenz durch Substitution, Insertion oder Deletion von Aminosäuren abgeleitete Sequenz, die eine Homologie von mindestens 30 % auf Aminosäureebene mit der Sequenz SEQ ID NO. 2 und die enzymatische Eigenschaft einer Chorismatmutase-Prephenatdehydrogenase aufweist.
19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Nukleinsäure bakterieller Herkunft verwendet.
20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Nukleinsäure verwendet, die die in SEQ ID NO. 1 dargestellten Sequenz enthält.
21. Nukleinsäurekonstrukt, enthaltend eine Nukleinsäure gemäß einem der Ansprüche 3 bis 6, 8 und 15 bis 17, die mit einem oder mehreren Regulationssignalen funktionell verknüpft sind, die die Transkription und Translation in Pflanzen gewährleisten.
22. Nukleinsäurekonstrukt nach Anspruch 21, enthaltend zusätzlich eine Nukleinsäure kodierend ein plastidäres Transitpeptid.
23. Nukleinsäurekonstrukt nach Anspruch 22, enthaltend ein Nukleinsäurekonstrukt gemäß Anspruch 12.

45

24. Nukleinsäurekonstrukt nach Anspruch 22, enthaltend eine Nukleinsäure kodierend ein plastidäres Transitpeptid und eine Nukleinsäure die ein Protein kodiert, enthaltend die Aminosäuresequenz SEQ ID NO. 2 oder eine von dieser Sequenz durch Substitution, Insertion oder Deletion von Aminosäuren abgeleitete Sequenz, die eine Homologie von mindestens 30 % auf Aminosäureebene mit der Sequenz SEQ ID NO. 2 und die enzymatische Eigenschaft einer Chorismatmutase-Prephenatdehydrogenase aufweist.
25. Verwendung einer Nukleinsäure gemäß einem der Ansprüche 3 bis 6, 8 und 15 bis 17 und der Nukleinsäurekonstrukte gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14 und 21 bis 24 zur Herstellung von transgenen Pflanzen.
26. Verwendung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die transgene Pflanze gegenüber dem Wildtyp einen erhöhten Gehalt an Feinchemikalien ausgewählt aus der Gruppe Vitamin E, Vitamin K und Ubichinon aufweist.
27. Verwendung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die transgene Pflanze gegenüber dem Wildtyp eine erhöhte Resistenz gegenüber abiotischem Stress aufweist.
28. Genetisch veränderter Organismus, wobei die genetische Veränderung den Metabolitfluß des Shikimatweges gegenüber dem Wildtyp verändert und der Organismus gegenüber dem Wildtyp einen veränderten Gehalt an Feinchemikalien ausgewählt aus der Gruppe Vitamin E, Vitamin K und Ubichinon aufweist.
29. Genetisch veränderter Organismus nach Anspruch 28, wobei die genetische Veränderung die Genexpression einer Nukleinsäure kodierend eine Chorismatmutase, Prephenatdehydrogenase oder Chorismatmutase-Prephenatdehydrogenase gegenüber einem Wildtyp
- für den Fall, daß der Ausgangsorganismus die entsprechende Nukleinsäure enthält, erhöht oder
- für den Fall, daß der Ausgangsorganismus die entsprechende Nukleinsäure nicht enthält, verursacht.
30. Genetisch veränderter Organismus nach Anspruch 29, transformiert mit einem Nukleinsäurekonstrukt gemäß einem der Ansprüche 21 bis 24.

46

31. Genetisch veränderter Organismus nach Anspruch 29, enthaltend einem Nukleinsäurekonstrukt gemäß einem der Ansprüche 21 bis 24.
- 5 32. Genetisch veränderter Organismus nach einem der Ansprüche 28 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß man als Organismus eine Pflanze verwendet.
- 10 33. Verfahren zur Herstellung von genetisch veränderten Organismen gemäß einem der Ansprüche 28 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß man mindestens eine Nukleinsäure gemäß einem der Ansprüche 3 bis 6, 8 und 15 bis 17 oder mindestens ein Nukleinsäurekonstrukte gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14 und 21 bis 24 in das Genom des Ausgangsorganismus ein-
15 führt.
34. Verwendung der genetisch veränderten Organismen nach einem der Ansprüche 28 bis 32 zur Herstellung von Feinchemikalien ausgewählt aus der Gruppe Vitamin E, Vitamin K oder Ubichinon.
20
35. Verwendung der genetisch veränderten Organismen nach einem der Ansprüche 28 bis 32 als Futter- und Nahrungsmittel oder zur Herstellung von prozessierten Lebensmittel.
25
36. Verwendung einer Nukleinsäure gemäß einem der Ansprüche 3 bis 6, 8 und 15 bis 17 und der Nukleinsäurekonstrukte gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14 und 21 bis 24 zur Erhöhung des Gehalts an Feinchemikalien ausgewählt aus der Gruppe Vitamin E, Vitamin K oder Ubichinon in Organismen.
30
37. Verwendung einer Nukleinsäure gemäß einem der Ansprüche 3 bis 6, 8 und 15 bis 17 und der Nukleinsäurekonstrukte gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14 und 21 bis 24 zur Herstellung von Feinchemikalien ausgewählt aus der Gruppe Vitamin E, Vitamin K und Ubichinon in Organismen.
35

40

45

